





اصول

علم الهيئة

تأليف كرنيليوس فان ديك

مراجعة مجلس معارف ولاية سورية الكلية

طبع في بيروت سنة ١٨٧٤

522/4A





اصول

٨٢  
رأى

علم الهيئة

١١١١  
مردم

تأليف كرنيليوس فان ديك

برخصة مجلس معارف ولاية سوريا الجليله

طبع في بيروت سنة ١٨٢٤

22  
22  
22



## احرف الالمجدية اليونانية

كثيراً ما تُستعمل هذه الاحرف للدلالة على كميات معروفة او مجهولة لاجل تسهيل العمل  
فاقتضى رسمها هنا لافادة من يحتاج اليها

|         |     |    |
|---------|-----|----|
| nu      | ν = | ن  |
| xi      | ξ   |    |
| omikron | ο   | أ  |
| pi      | π   | ب  |
| ro      | ρ   | ر  |
| sigma   | σ   | س  |
| tau     | τ   | ت  |
| upsilon | υ   | ا  |
| phi     | φ   | ف  |
| chi     | χ   | خ  |
| psi     | ψ   | پس |
| omega   | ω   | أو |

|         |     |    |
|---------|-----|----|
| alpha   | α = | ا  |
| beta    | β   | ب  |
| gamma   | γ   | ج  |
| delta   | δ   | ذ  |
| epsilon | ε   | أ  |
| zeta    | ζ   | ز  |
| eta     | η   | ا  |
| theta   | θ   | ث  |
| iota    | ι   | اي |
| kappa   | κ   | ك  |
| lamda   | λ   | ل  |
| mu      | μ   | م  |

٨ ٥ ٢ ٢

ب - د - ه -

واحد من

ن - ب - د -

كتاب

لأجل الاختصار قد اعتمد على اوسام عبارة عن اسماء بعض الاجرام السماوية وحركاتها ومواقعها  
وهذه هي الاوسام ومعانيها

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| ⊙ الشمس  | ♌ استنبال                   |
| ☿ النهر  | ♍ عقدة صاعدة                |
| ♂ عطارد  | ♎ " نازلة                   |
| ♀ الزهرة   | • درجات ، دقائق " ثواني قوس |
| ⊕ أو ة الارض   | س ساعات د دقائق ث ثواني وقت |
| ♂ المريخ   | ♏ برج الحمل                 |
| <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">١</div><br/> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">٢</div><br/> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">٣</div><br/> النجيمات الى آخر عدددها </div> | ♐ " الثور                   |
|  | ♑ " الجوزاء                 |
|  | ♒ السرطان                   |
|  | ♓ " الاسد                   |
| ♈ المشتري  | ♈ " السنبلة                 |
| ♉ زحل  | ♉ " الميزان                 |
| ♊ اورانوس  | ♊ " القرب                   |
| ♋ نبتون  | ♋ " الرامي                  |
| ♌ اقتران   | ♌ " الجدي                   |
| ♍ تربيع  | ♍ " الدلو                   |
|  | ♎ " الحوتان                 |

# فهرست

صفحة

١

المقدمة

٢

حدود

## الجزء الاول

### الفصل الاول

١٢

في هيئة الارض وجرمها

### الفصل الثاني

١٦

في الحركة اليومية

١٨

في الكرات المصطنعة

١٨

مسائل تحمل بالكرة الارضية

٢٢

مسائل تحمل بالكرة السماوية

### الفصل الثالث

٢٤

في زاوية الاختلاف

٢٨

في الانكسار

٢٢

في الشفق

### الفصل الرابع

٢٥

في الوقت



ضميمة

٤٠

في الحساب السنوي

## الفصل الخامس

٤٤

في بعض آلات الرصد

٤٩

عمليات

٥٨

في العرض الارضي

٦٥

كيفية اصطناع المزاويل

٦٦

في هيئة الارض وكثافتها

## المجلد الثاني

٧٦

في النظام الشمسي

## الفصل الاول

٧٧

في الشمس

٩١

النور البرقي

## الفصل الثاني

٩٢

في حركة الشمس السنوية الظاهرة

٩٤

الفصول

٩٦

هيئة فلك الارض

## الفصل الثالث

٩٩

قواعد كلر والجاذبية العامة

## الفصل الرابع

١٠٧

مبادرة الاعتدالين

١٠٩

في الكوي

١١٠

في انحراف النور

الفصل الخامس

١١٢

في القمر

١١٩

اوجه القمر

١٢٤

سطح القمر

الفصل السادس

١٣٥

في اضطراب حركات القمر

الفصل السابع

١٤١

في الكسوف والخسوف

١٤٦

كسوف الشمس

الفصل الثامن

١٥٤

في الطول

١٥٦

في المد والجزر

الفصل التاسع

١٥٩

في السيارات السفلى

١٦٧

فلكان

١٦٨

عطارد

١٧٣

الزهر

الفصل العاشر

١٧٨

في السيارات العليا

١٧٩

المرنج

١٨١

النجميات

١٨٥

المشتري

١٩٠

زحل

١٩٥

افار زحل

صحيحة

١٩٨

٢٠٠

اورانوس

نبتون

## الفصل الحادي عشر

٢٠٢

٢٠٦

٢٠٨

٢٠٨

مبادي افلاك السيارات

معرفة اقدار الاجرام السماوية

ثبوت النظام الشمسي

نسبة مبادي السيارات بعضها الى بعض

## الفصل الثاني عشر

٢١٢

٢١٩

في النجوم المدنية

النيازك والشهب

## الجزء الثالث

### الفصل الاول

٢٢٦

٢٢٩

٢٣١

٢٣٢

في النجوم الثوابت

اختلاف النجوم الثوابت

بعد النجوم الثوابت

اسماء صور الثوابت

### الفصل الثاني

٢٣٤

النجوم المزدوجة والثنائية والمتعددة

### الفصل الثالث

٢٣٨

النجوم المتغيرة والموقنة وحركة النجوم

### الفصل الرابع

٢٤١

في القنوان والسدام



1

1

## في المجرة

## الرأي السدي

■

السيكندرومكوب في علم الهيئة

## طبيب القمر والمبارات

طیوف النجوم الثوابت

في السماعات والابام والاسابيع الخ

## جداول مبادي السيارات

## فائمه نجيوم مزدوجه

## قائمة نجوم متغیة



## مقدمة

(١) الاسترونومية لفظ يونانية معناها قوانين النجوم والعرب يعبرون عنها بعلم الهيئة وهي علم موضوعه الاجرام السماوية والارض باعتبار كونها من جملة تلك الاجرام بالنسبة الى سائرها وقد انقسم الى وصفي وطبيعي وعلمي. اما الوصفي فهو ذكر ما يحدث في الاجرام المشار اليها من حركات ورؤى وغيرها مفردة ومجملة. واما الطبيعي فهو ما يبحث به عن علل تلك الحوادث وقواعدها. واما العلمي فهو ما يبحث به عن كيفية التوصل الى معرفة القسمين الاولين بالآلات والحسابات

(٢) ان علم الهيئة هو من اقدم العلوم واعتنى به منذ قدم الزمان الاشوريون والكلدانيون واهل فينيقيا ومصر والهند والصين وكان فيثاغوروس اليوناني معلم هذا الفن في مدرسة كروتونا في ايطاليا ق م ٥٠٠ ولم تعتبر تعاليمه مدة ٢٠٠٠ سنة الى ان احياها غاليليو وكوبرنيكوس في القرن الخامس عشر والسادس عشر. ومن اشهر مدارس هذا العلم عند القدماء مدرسة الاسكندرية التي انشأها الملوك البطلموسية وهناك اخترعت اول آلات لقياس الزوايا ومن اشهر معلميها الفيلسوف هيرخوس ق م نحو ١٥٠ وبطلموس ق م نحو ١٤٠ ألف كتابا في هذا الفن سماه المجسطى وكان عليه الاعتماد الى القرن الخامس عشر والسادس عشر حين قام كوبرنيكوس من بروسيا سنة ١٥٢٠ ونيجو براهي في ديفارك سنة ١٥٨٢ وكبلر في جرمانيا سنة ١٦٥٤ وغاليليو في ايطاليا سنة ١٦٤٩ فاظهروا بطلالة الآراء القديمة ووضعوا هذا العلم على اساس حقيقي متين. اما غاليليو فهو اول من استعمل النظارة في علم الهيئة وبها كشف عن حقائق كثيرة كانت مجهولة قبل عصره ثم بقرب غرة القرن الثامن عشر كشف اسحق نيوتون عن قواعد الجاذبية العامة التي تخضع لها جميع حركات الاجرام السماوية ووضح تلك القواعد وثبتها لاپلاس الفرنسي

(٣) ان القدماء اعتبروا هذا الفن بالاكتر للزعم بان لهم منه دلالة على المستقبل من الامور البشرية وان للاجرام السماوية تأثيرا في اجساد البشر وعقولهم ونصيبهم الدنياوي واولئها تدل على تلك الاشياء وكل ذلك باطل

(٤) لهذا العلم منزلة على ما سواه من العلوم من جراء عظمة موضوعه وتدقيق فحصه وعمومية



فوائد ولكن تحصيله عسر والزيادة على ما يُعلم منه اعسر وهو لم يبلغ الى حاله الحاضرة الا بعد ان عاب  
جزيلة في قرون كثيرة

(٥) انه في شرح قواعد هذا العلم لا يمكن برهان كل قضية حالاً عند ذكرها كما في الهندسة  
فيلزم المبتدئ ان ياخذ بعض الاشياء بالتسليم ثم بعد تقدّمه قليلاً يقف على براهينها

(٦) نظام الهيئة الحقيقي هو نظام كوبرنيكوس واصوله هي  
اولاً ان حركة الاجرام السماوية الظاهرة اليومية من الشرق الى الغرب حاصله من حركة  
الارض الحقيقية على محورها من الغرب الى الشرق يومياً

ثانياً ان الشمس انما هي مركز تدور حوله الارض وجميع السيارت من الغرب الى الشرق  
خلاقاً لزعم القدماء بثبوت الارض في الوسط ودوران الشمس والنجوم حولها  
(٧) ان في هذا المؤلف نتكلم اولاً في الارض ونسبتها الى ماسواها من الاجرام السماوية وثانياً في  
النظام الشمسي وثالثاً في النجوم الثابتة



## حدود

(١) الاجرام السموية \* هي الشمس والقمر والنجوم وكل الاجرام النيرة الواقعة في الفسحة المحيطة بالارض ان ظهرت للنظر المجرد او للنظر المستعين بالآلات البصرية

(٢) ظواهر الاجرام السموية \* كل الاجرام السموية تتحرك بالظاهر من الشرق الى الغرب اي تشرق وتغرب راسمة اقواس دوائر يمرورها من الشرق الى الغرب فتصعد في نصفها الشرقي وتعدر في نصفها الغربي وهذه الاقواس متوازية اكبرها ما يرسم فوق راس الناظر ومن تلك تتصاغر شمالا وجنوبا الى ان تلاشي عند القطبين اذا كان الناظر على خط الاستواء . واذا كان الى شماليه يري بعض النجوم الى جهة الشمال تدور في دوائر حول نجم لا يتحرك سمي نجم القطب فالشمس والقمر وسائر الاجرام السموية تدور حول الارض بالظاهر مرة في كل ٢٤ ساعة وهذا الدوران سمي الدوران اليومي او الحركة اليومية

(٣) سيارات وثوابت \* اكثر النجوم الظاهرة في المنقر السماوي لا تتغير مواقعها بنسبة بعضها الى بعض فسميت نجوما ثوابت تميزا بينها وبين بعض الاجرام القليلة العدد التي تنقل من موضع الى موضع فتري نارة بقرب هذا النجم او في تلك الصورة من الثوابت واخرى بقرب نجم آخر او في صورة اخرى فسميت السيارات . فاذا راقبنا الشمس والقمر والسيارات نرى لها حركة بين الثوابت من الغرب الى الشرق فتدور حول الشمس من الغرب الى الشرق في مددات مختلفة بين ثلاثة اشهر و ١٦٤ سنة

(٤) الكرة المصطنعة \* اذا صُوِّرت على كرة صورة قارات الارض ومالكها وجزائرها وابحارها الخ بنسبة مواقع بعضها الى بعض فلنا كرة ارضية مصطنعة واذا صُوِّرت على كرة مواقع الثوابت بنسبة بعضها الى بعض فلنا كرة سماوية مصطنعة

(٥) خط الاستواء \* اذا انقسمت كرة الارض الى شطرين شطرا شمالي وشطرا جنوبي فالخط الفاصل بينهما دائرة عظيمة سُميت خط الاستواء لاسواء الليل والنهار عليه وكل دائرة تقسم الكرة الى شطرين متساويين هي دائرة عظيمة . واذا امتد سطح دائرة خط الاستواء الى المنقر السماوي بُحِث دائرة عظيمة تقسم الى شطرين وتسمى تلك الدائرة خط الاعتدال او خط الاستواء السماوي



(٦) محور الأرض \* محور الأرض هو الخط الذي تدور عليه دورانها اليومي  
 (٧) القطبان \* هما نقطتا تقاطع المحور و سطح الكرة وسميّا قطبي الأرض وقطبي خط الاستواء  
 تميزاً بينهما وبين قطبي دائرة البروج. وإذا أُخرج المحور الى جهتيه حتى يلاقي المقعر السماوي فالملتقيان  
 القطبان السماويان ويقرب القطب السماوي الشمالي نجراً سمي نجم القطب لدلالته على موقع القطب  
 الشمالي تقريباً وبما ان ذلك النجم قريب من القطب لا يرى له حركة يومية بالنظر المجرد ولكنه يدور  
 في دائرة صغيرة مرة كل ٢٤ ساعة وثناس حركته بواسطة بعض آلات الرصد

(٨) دائرة البروج \* هي الدائرة التي ترسمها الأرض في دورانها السنوي حول الشمس وهي  
 دائرة عظيمة سطحها مائل على سطح دائرة خط الاستواء ٢٣° ٢٧' ٢١' ٢٤" وهي مقسومة الى ١٢  
 قسمًا سمي كل قسم برجاً فكل برج ٣٠° ومن الأبراج ستة واقعة الى تنامي خط الاستواء وهي الحمل والذئب  
 والجوزاء والسرطان والاسد والسنبلة. وستة الى جنوبيه وهي الميزان والعقرب والرامي والجدي  
 والدلو والحوت. اما الحمل والثور والجوزاء فسميت البروج الربعية لان الشمس تمر بها في فصل  
 الربيع اي بين ٢١ آذار و ٢١ حزيران واما السرطان والاسد والسنبلة فابراج الصيف لان الشمس  
 تمر بها بين ٢١ حزيران و ٢١ ايلول واما الميزان والعقرب والرامي فهي ابراج الخريف والشمس تمر  
 بها بين ٢١ ايلول و ٢١ كانون الاول واما الجدي والدلو والحوتان فهي ابراج الشتاء والشمس تمر  
 بها بين ٢١ كانون الاول و ٢١ آذار وهذه علامات الأبراج

|     |   |         |      |   |         |
|-----|---|---------|------|---|---------|
| (١) | ♈ | الحمل   | (٧)  | ♎ | الميزان |
| (٢) | ♉ | الثور   | (٨)  | ♏ | العقرب  |
| (٣) | ♊ | الجوزاء | (٩)  | ♐ | الرامي  |
| (٤) | ♋ | السرطان | (١٠) | ♑ | الجدي   |
| (٥) | ♌ | الاسد   | (١١) | ♒ | الدلو   |
| (٦) | ♍ | السنبلة | (١٢) | ♓ | الحوت   |

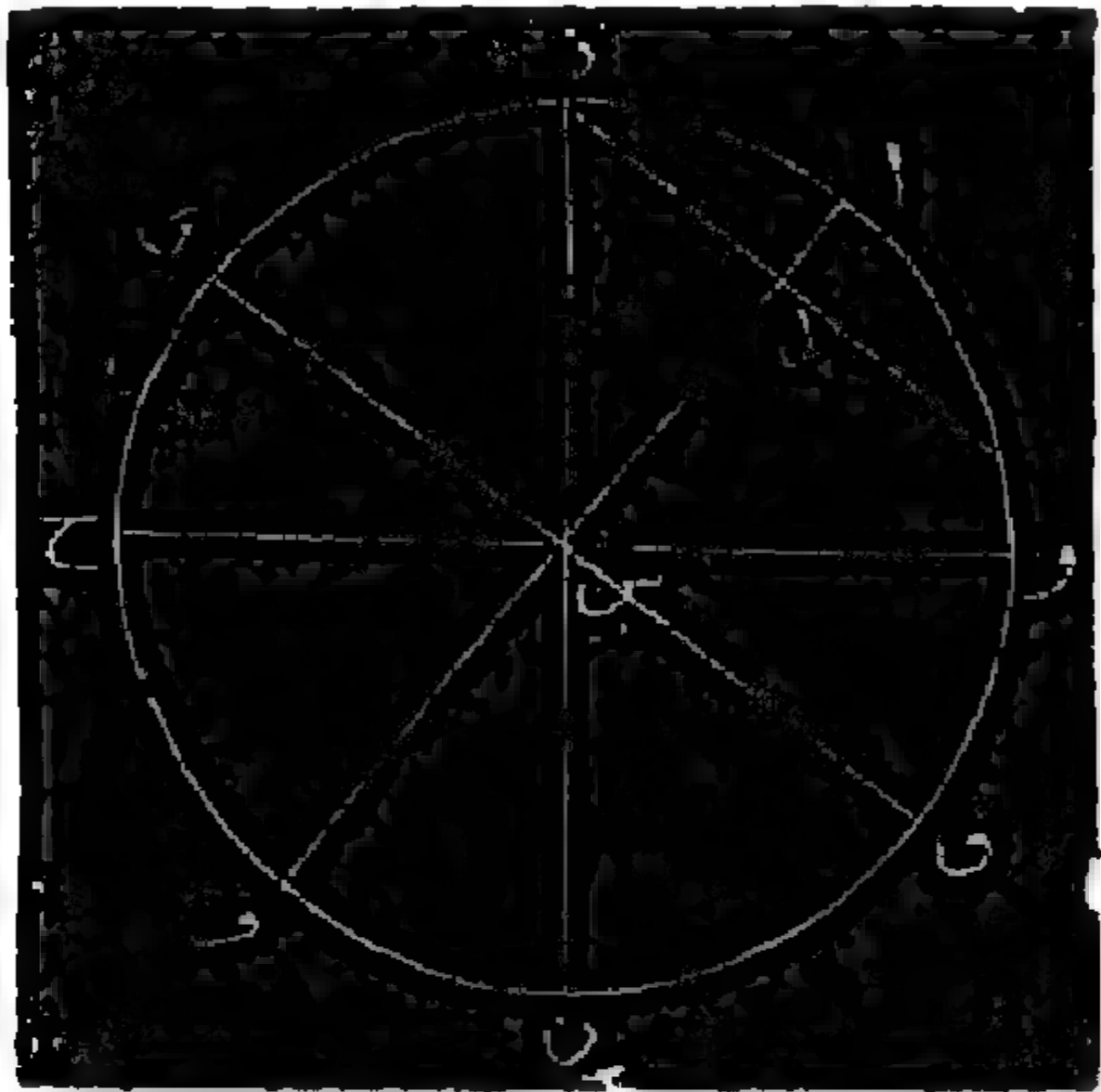
(٩) الدوائر المتوازية \* هي دوائر توازي خط الاستواء وبما انها تنقسم الكرة الى قسمين غير  
 متساويين سُميت دوائر صغيرة تميزاً بينها وبين الدوائر العظام الماضي ذكرها وإذا رُسمت على كرة  
 ارضية سُميت دوائر العرض وإذا رُسمت على كرة سماوية سُميت دوائر الميل وهي ان كانت على  
 الأرض او في المقعر السماوي تصغر كلما بعدت عن خط الاستواء تمالاً او جنوباً حتى تتلاشى عند  
 القطبين

(١٠) اقسام الدائرة \* كل دائرة كبيرة كانت او صغيرة تُقسم الى ٣٦٠° والدرجة ٦٠' والدقيقة

٦٠" اما طول الدرجة فيختلف حسب اختلاف محيط دائرتها فالدرجة على خط الاستواء ٦٠ ميلاً ثم  
تصغر لكل عرض بين صفر و ٩٠ الى ان ثلاثين عند ٩٠ من العرض فاذا اردت معرفة الاميال  
في درجة لاي عرض فريض فقل نسبة

١٠٠ : ٦٠ :: المطلوب : ٦٠ (١)

وذلك يتضح من هذا الرسم (شكل ١) ليكن اف محور الارض وي ق خط الاستواء و زل  
دائرة من الدوائر المتوازية فيكون زي العرض وهي قياس الزاوية زسي وي س = ١٠٠ و زل نظير  
جيب زسي و ١٠٠ ق زل :: ٦٠ : الاميال في درجة اذا كان



شكل ١

العرض زي فلو قيل كم ميلاً في درجة عند عرض ٤٢ مثلاً  
لقل نسبة ١٠٠ = ١٠٠٠٠٠٠

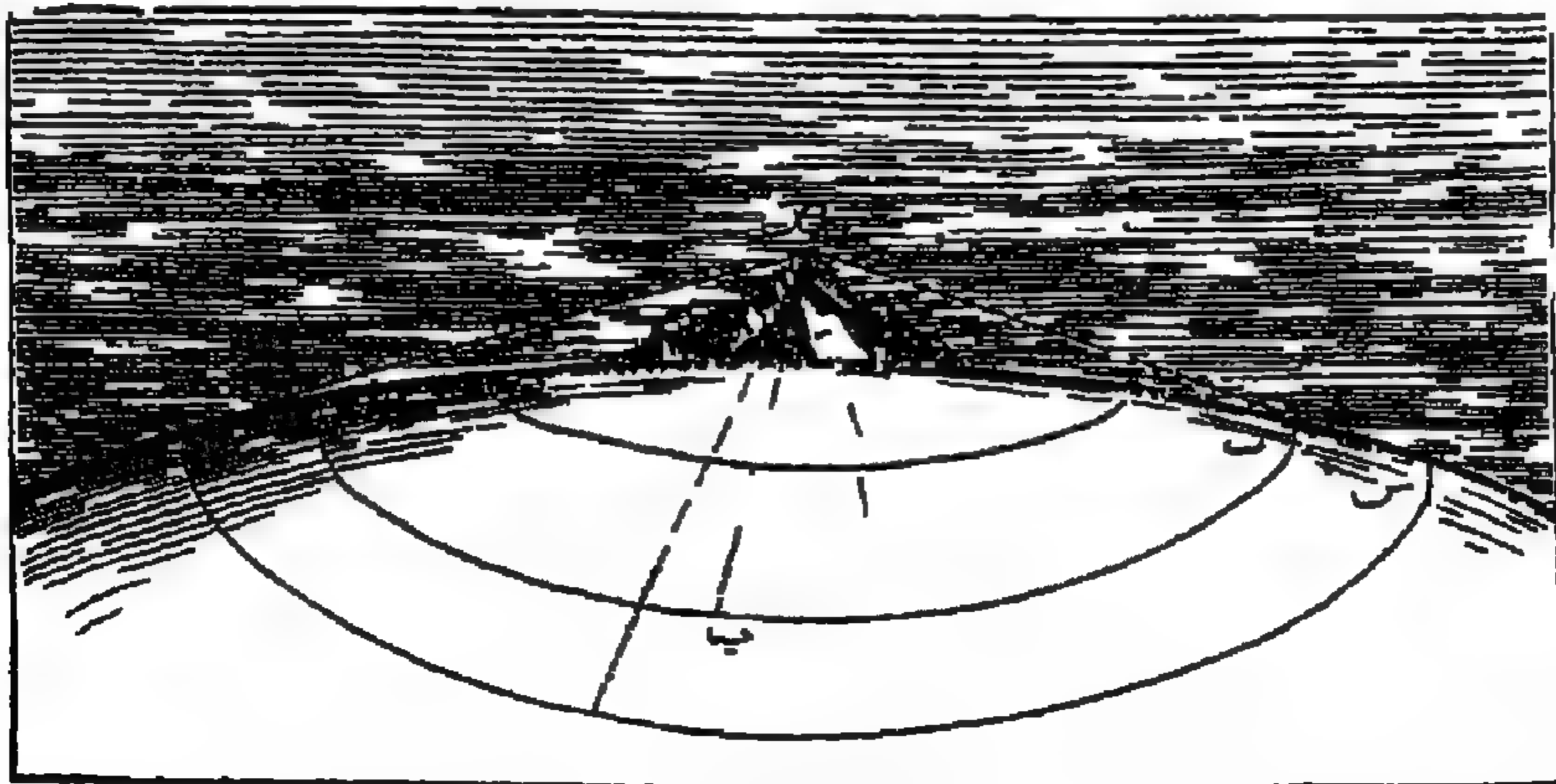
$$\text{ن ج } ٤٢ = ١٠٨٧١٠٧٣$$

$$\text{نسب } ٦٠ = ١٠٧٧٨١٥١$$

$$١٠٧٧٨١٥١ : ١٠٨٧١٠٧٣ = ٤٤٠٩٢٢٤ \text{ ميلاً}$$

(انظر الجدول العاشر من كتابي في التعاليم)

(١١) الافق \* هو دائرة عظيمة تقسم الكرة والمقعر السماوي الى شطر اعلى وشطر اسفل باعتبار  
الناظر وسمي الافق الحقيقي تمييزاً بين الافق النظري الذي هو دائرة صغيرة قطرها بالنسبة الى



شكل ٢

ارتفاع الناظر عن سطح الارض كما يتضح من شكل ٢ افق ناظر على السهل و ب افق من ارتفاع الى  
ت و س افق من ارتفاع الى ص . اما الافق الحقيقي فسطحة يمر بمركز الارض وقطبة الاعلى سمي سمت  
الرأس او السميت وقطبة الاسفل سمي سمت القدم او نظير السميت ولكل نقطة على سطح الارض افق



حقيقي مخصص بها وافق النقطة الواحدة ليس موافق نقطة اخرى كما يتضح عند التأمل وفي الكرة المصطنعة يقوم الافق الخشبي مقام الافق الحقيقي

(١٢) المواجر \* هي دوائر عظام عمودية على خط الاستواء تمر بالنقطتين وهاجرة كل مكان هو خط نصف النهار لذلك المكان وتسمى مواجر لان الشمس اذا لحقت بها تبتدي بالانحدار اخذة بغير الارض ذلك اليوم وتسمى ايضا دوائر سوية لانها تنبئ الوقت وخطوط الطول لانها تنصل من خط الاستواء ما يعدل طول المكان والهاجرة الاولى هي التي منها يحسب الطول شرقا ١٨٠ وكذا غربا

(١٣) منطقة الابراج \* هي منطقة تمتد ٨ على جانبي دائرة الابراج فعرضها ١٦ وهي التي تسير فيها السيارات

(١٤) خط السرطان وخط الجدي والدائرة الشمالية والجنوبية \* قد تقدم ان الافق الحقيقي ينقطع الكرة والمقر السماوي الى نصف اعلى ونصف اسفل باعتبار الناظر فافق ناظر منامة على خط الاستواء يمر بالنقطتين واذا تقدم درجة واحدة نحو الشمال ينخفض افق درجة تحت القطب الشمالي ويقتصر درجة عن الجنوبي وبالعكس لو تقدم درجة نحو الجنوب فيقال ان القطب يرتفع بها يعدل عرض الناظر والقطب الآخر ينخفض بها يعدل ارتفاع المرتفع ولو تقدم الناظر عن خط الاستواء ٩٠ لكان القطب فوق راسه وافق يمر بخط الاستواء وقد تقدم ان دائرة البروج مائلة على خط الاستواء ٢٣° ٢٨' تقريباً فاذا رسمت دائرة توازي خط الاستواء مارة بتلك النقطة من دائرة البروج التي هي ٢٣° ٢٨' عن خط الاستواء شمالاً تحدث دائرة سميت خط السرطان او جنوباً فسميت خط الجدي فالناظر القائم على خط السرطان يمر افق تحت القطب الشمالي ٢٣° ٢٨' فاذا رسمت دائرة بينها وبين القطب الشمالي ٢٣° ٢٨' فهي الدائرة الشمالية واخرى بينها وبين القطب الجنوبي ٢٣° ٢٨' فهي الدائرة الجنوبية فتحدث من هذه الخطوط المناطق الخمس كما علمت من علم الجغرافية ونقطة ماسة دائرة البروج وخط السرطان سمي المدار الصيفي ونقطة ماسة دائرة البروج وخط الجدي سمي المدار الشتوي

(١٥) الدوائر المتسامية \* هي المارة بسمت الراس عمودية على الافق فكلا عظيمة والتي تمر بنقطة الافق الشرقية والغربية هي المتسامية الاولى والتي تمر بنقطتي تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء سميت المتسامية الاعتدالية والتي تمر بالمدارين سميت المتسامية المدارية

(١٦) الاعتدالان \* هما الربيعي اي اول برج الحمل عند تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء وهو موقع الشمس في ٢١ آذار عند استواء الليل والنهار في الربيع والخريفي ١٨٠ عن الربيعي عند

تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء في اول برج الميزان وهو موقع الشمس في ٢١ ايلول عند استواء الليل والنهار في الخريف

(١٧) المداران \* قد تقدم انهما ابعد دائرة البروج عن خط الاستواء وقد سمي شماليهما مدار السرطان وجنوبيهما مدار الجدي وانما سميا المدارين لان الشمس اذا لحقتها تقف قليلاً بالظاهر ثم كأنها تدور فتراجع الى الجهة المقابلة شيئاً فشيئاً كل يوم فيبين المدار ١٨٠ من القوس وستة اشهر من الوقت

(١٨) الرؤية الدولانية او الكرة العمودية \* لناظر مقامه على خط الاستواء تكون الاقواس التي ترسمها الاجرام السماوية بحركتها اليومية عمودية على الافق ابداناً فانها تصعد من الافق عمودية الى الهاجرة وتحد من الهاجرة عمودية الى الافق وسميت هذه الرؤية رؤية دولانية لمشايتها بحركة دولاب عمودي على سطح الارض

(١٩) الرؤية الرحوية او الكرة المتوازية \* اذا كان مقام ناظر القطب يرى الاجرام السماوية ترسم دوائر توازي الافق وهذه الدوائر تصغر شيئاً فشيئاً من الافق الى سمت الراس والجرم الواقع في سمت الراس لا يتحرك وسميت رؤية رحوية لمشايتها بحركة حجر الرحي. واذا كان مقام الناظر القطب الشمالي لا يرى النجوم التي هي الى جنوبي خط الاستواء والتي الى شماليه لا تغيب عنه مطلقاً وبالعكس اذا كان مقام القطب الجنوبي وبما ان الشمس هي الى شمالي خط الاستواء نصف السنة وإلى جنوبي النصف الآخر فالناظر من القطب يراها دائماً نصف سنة ولا يراها مطلقاً نصف سنة فنهاره ستة اشهر وليله كذلك غير ان الظلام لا يكون تاماً ستة اشهر وذلك بسبب الانكسار كما سيأتي في محله الكرة الرحوية النامة لا ترى الا عند القطب ولم يبلغ احد اليه غير ان بعض السفن المرسلة للاكتشاف في الجهات الشمالية بلغت الى ما ينوف عن ٨٠ من العرض الشمالي

(٢٠) الرؤية الخالية او الكرة المتوازية \* لناظر مقامه بين خط الاستواء والقطب تكون الاقواس المرسومة بحركة الاجرام السماوية اليومية لا عمودية على الافق ولا متوازية له بل مائلة عليه اكثر او اقل حسب بعد الناظر عن خط الاستواء وسميت هذه الرؤية خالية تشبيهاً بحالة السيف وارتفاع القطب يعدل عرض المكان ابداناً

(٢١) الصعود المستقيم \* هو الزاوية المحاذية عند جرم سماوي بين خطين مرسومين منه احدهما الى الاعتدال الربيعي والاخر عموداً على خط الاستواء فالقوس من خط الاستواء الواقعة بين الاعتدال الربيعي والخط العمودي من الجرم عليه هي قياس الصعود المستقيم وبحسب ساعات ودقائق وثواني. وبما ان الارض تدور على محورها دورة كاملة ٣٦٠ في كل ٢٤ ساعة فتدور ١٥ في



كل ساعة لان  $٢٦٠ + ٢٤ = ١٥$  اي  $١٥ = ١$  و  $١٥ = ١$  و  $١٥ = ١$  فيتحول صعود مستقيم الى  $''''$  بضرب في  $١٥$  وتبدل العلامات  $''''$  بالعلامات  $''''$  فلو قيل حول  $١٠$   $١٢$   $٢٠$  الى  $''''$  من القوس ل قيل  $١٠ \times ١٥ = ١٥٠$

$$٢ = ١٨٠ = ١٥ \times ١٢$$

$$٢٠ \quad ٧ \quad = ٤٥٠ = ١٥ \times ٣٠$$

$$\frac{٢٠ \quad ٧}{٢٠ \quad ٧ \quad ١٥٣} \quad \text{الجواب}$$

ويعكس العمل اي تحول  $''''$  الى  $''''$  بالقسمة على  $١٥$  وابدال العلامات  $''''$  بالعلامات  $''''$  واذا فضل شيء لا بعد القسمة بضرب في  $٤$  فيتحول الى  $''$  والى  $''$  لان  $٢ = ١$  و  $٤ = ١$  فلو قيل حول  $١٥٣$   $٧$   $٢٠$  من القوس الى وقت ل قيل

$$١٠ = ١٥ + ١٥٣$$

$$١٢ = ٤ \times ٣$$

$$٢٨ = ٤ \times ٧$$

$$٢ = ١٥ + ٢٠$$

$$\frac{٢٠ \quad ١٢ \quad ١٠}{\text{الجواب}}$$

ولاجل تسهيل العمل قد وضعت الجدول الاول لتحويل  $''''$  الى وقت والثاني لتحويل  $''''$

الى قوس

(٢٢) الميل \* هو بعد جرم عن خط الاستواء شمالاً او جنوباً وقياسه القوس من الهاجرة المارة به الواقعة بينه وبين خط الاستواء وما كان على خط الاستواء فلا ميل له فالشمس اذا دخلت برج الحمل او برج الميزان فلا ميل لها واذا دخلت برج السرطان او برج الجدي فهي على معظم ميلها اي  $٢٣$   $٢٨$  تقريباً اما معظم ميل السيارات فتوقف على ميل دوائرها على دائرة البروج. اما ميل الثوابت فتختلف من صفر الى  $٦٠$  وميل النجم الثابت لا يتغير خلاف الشمس والقمر والسيارات

(٢٣) البعد القطبي \* هو ممتل الميل ابداً. فاذا تعين صعود جرم المستقيم وميله تعين موضعه

في المنعز السماوي

(٢٤) الطول \* على الكفة السماوية هو عبارة عن بعد جرم عن الاعتدال الربيعي مقاساً على

دائرة البروج

(٢٥) العرض \* العرض السماوي هو بعد جرم عن دائرة البروج شمالاً او جنوباً مقاساً على

دائرة عمودية على دائرة البروج فاذا عُرِفَ الصعود المستقيم والميل يُستعمل الطول والعرض واذا

عُرِفَ الطول والعرض يُستعمل الصعود المستقيم والميل فيتعين موقع جرم من طوله وعرضه كما يتعين من صعوده المستقيم وميله . اما الطول الشمسي والعرض الشمسي فهما الطول والعرض لو نظير الى جرم من مركز الشمس . والصعود المستقيم عند العرب هو المطلع والميل هو البعد عندهم

(٢٦) ارتفاع جرم \* هو علو مركزه فوق الافق مقياساً على دائرة متسامتة

(٢٧) البعد السمتي \* هو منم<sup>٥</sup> الارتفاع ابداً

(٢٨) السموت \* هو القوس من الافق الواقعة بين متسامتة مارة بالجرم واقرب القطبين

(٢٩) المنتطرات \* هي دوائر صغيرة توازي الافق وتلاشي عند سمت الراس

(٣٠) سعة جرم \* هي القوس من الافق الواقعة بين متسامتة مارة بالجرم والنقطة الشرقية

عند شروقه والنقطة الغربية عند غرويه

(٣١) زاوية الوضع \* هي الزاوية المحاذية بين الهاجرة وخط موصل بين جرمين

(٣٢) فلك جرم \* هو الطريقة التي يسلكها في السماء فلك سيار هو طريقته حول الشمس

وفلك قمر هو طريقته حول الجرم الذي هو تابعة

(٣٣) العقد \* هي نقطة تقاطع فلك ودائرة البروج فاذا كان الجرم متقدماً من الجنوب نحو

الشمال فنقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج هي عنده الصاعدة واذا كان متقدماً من الشمال نحو

الجنوب فنقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج هي العقد النازلة وبينهما ١٨٠°

(٣٤) نقطة الراس \* هي اقرب نقطة من فلك الى الشمس

(٣٥) نقطة الذنب \* هي ابعد نقطة من فلك عن الشمس

(٣٦) الاقتران \* اذا كان جرمان في جهة واحدة من السماء اي كانا على طول واحد فهما

في الاقتران

(٣٧) الاستقبال \* اذا كان جرمان في جهتين متقابلتين من السماء اي كان بينهما من

الطول ١٨٠° فهما في الاستقبال

(٣٨) التريع \* اذا كان بينهما ٩٠° طولاً فهما في التريع

(٣٩) تباين سيار \* هو الزاوية المحاذية عند مركز الارض بين خطين احدهما مرسوم الى

مركز السيار والاخر الى مركز الشمس

(٤٠) الصعود المتوارب \* هو القوس من خط الاستواء الواقعة بين الاعتدال الربيعي وتلك

النقطة من خط الاستواء التي تشرق مع الجرم المنروض . وفضلة الصعود المستقيم والصعود المتوارب

سميت فضلة الصعودين او فضلة المطلعين



(٤١) منطقة الظهور الدائم \* هي تلك المنطقة حول القطب المرتفع التي لا تغيب نجومها عن الناظر وقطرها = عرض المكان ابداً وعكسها منطقة الاختفاء الدائم . والنجوم التي لا تغيب سماها العرب الحُسن مثل الفرقدين وبنات نعش والقطب وغيرها

(٤٢) النظام الشمسي \* هو النظام المؤلف من الشمس والأجرام التابعة لها وهو ينقسم الى اربعة

اقسام

(١) الجرم المركزي الثابت بالنسبة الى توابعه أكبر منها جميعاً نوره ذاتي وهو شمسنا

(٢) مئة تابع و٤١ تابعاً على مسافات متزايدة من الشمس تدور حولها في افلاك لا تختلف كثيراً عن دوائر ونستمد نورها من الشمس ويظهر لنا وهي تنقسم الى ثلاث رتب

الرتبة الاولى السيارات الصغار وهي الاقرب الى الشمس واسماؤها عطارد والزهرة والارض والمريخ

الرتبة الثانية السيارات الكبار وهي الأبعد عن الشمس واسماؤها المشتري وزحل وأورانوس ونبتون

الرتبة الثالثة هي النُجُوم وهي سيارات صغار موقع افلاكها بين فلك المريخ وفلك المشتري وتنفصل بين الرتبة الاولى والثانية وقد انكشف منها الى الآن ٢٢ نُجُماً

(٣) ثمانية عشر تابعاً للتوابع اى اقمار تابعة السيارات المذكورة للارض واحد والمشتري اربعة ولزحل ثمانية ولاورانوس اربعة ولنبتون واحد فالتوابع وتوابع التوابع تدور حول الشمس من الغرب نحو الشرق وعلى محاورها من الغرب نحو الشرق وافلاكها مختلفة الميل على فلك الارض اى على دائرة البروج

(٤) تسعة نجوم مذنب تدور حول الشمس في افلاك متطاولة جداً

وقد عُرِف نحو ٢٠٠ مذنب بعضها دارت حول الشمس في افلاكها الزائدة الاستطالة في مدّات طويلة حتى لم يتحقق رجوعها ثانية بالفعل غير ان مدّات بعضها محسوبة وبعضها تدور في افلاك هذلولية الشكل فلا تعود الى طريقها الاولى مطلقاً

ومن الاشياء التابعة النظام الشمسي النور البرقي وحلقات النيازك او الشهب

(٤٣) زاوية الاختلاف \* هي الزاوية الحادثة عند جرم سماوي بين خط مرسوم اليه من سطح الارض وآخر مرسوم اليه من مركزها فيقابلها عند الحرم في الارض او في فلك الارض وسباني بيان كيفية استعمالها مفصلاً

(٤٤) كل دائرة عظيمة تمر بقطب اخرى عظيمة تجعل مع الاولى زوايا قائمة والتي تمر بقطب الاخرى سُميت ثناها او ثنائيتها

(٤٥) الزاوية الحادثة على سطح كرة بتقاطع دائرتين عظيمتين قياسها قوس دائرة عظيمة

ثالثة واقعة بين محيطي الأولين ورأس تلك الزاوية في قطب الثالثة

(٤٦) ظهور جرم سماوي في الشرق سبي شروقة وغيابة في الغرب سبي غروبة وبلوغه إلى أقصى ارتفاعه سبي تكبد أسبه بلوغه إلى كبد السماء وبلوغه النقطة المقابلة تكبد سبي تكبد الأسفل أما النجوم الواقعة في دائرة الظهور الدائم فتكبد ما الأعلى والأسفل فوق الأفق والتي في دائرة الاختفاء الدائم تكبد ما تحت الأفق



شكل ٢

(٤٧) القسم من طريق جرم سماوي فوق الأفق سبي قوسه العليا والقسم تحت الأفق سبي قوسه السفلى لكي تستعلم نسبة هذه الاقواس بعضها لبعض في مكان مفروض لفرض فوق ح ن ح (شكل ٢) الماجرة وف القطب المرتفع و ق ق خط الاستواء وز سمت الرأس

وح و ح الأفق و س س س س س س طريق جرم البومي والارض نقطة عند ي فيكون س س س س القوس العليا و س س س س القوس السفلى

افرض ل = ق ز = عرض الناظر

ف = ف س = بعد الجرم القطبي

س = ز ف س = الزاوية السوبعية والجرم في الأفق

ز = ز س = البعد السمني والجرم في الأفق

في المثلث الكروي ز ف س لنا ق ز = ٩٠ - ل أي متم العرض وحسب قواعد حساب المثلثات الكروية

$$(٢) \quad \text{ن ج ز} = \text{ن ج ف} \times \text{ج ل} + \text{ج ف} \times \text{ن ج ل} \times \text{ن ج س}$$

( انظر كتابي في اللوغاريتمات والمساحة صحيحة ١٤١ العبارة الثانية من العبارات المنقحة ص )

أما ز فيعدل ٩٠ فتصير العبارة

$$(٣) \quad ٠ = \text{ن ج ف} \times \text{ج ل} + \text{ج ف} \times \text{ن ج ل} \times \text{ن ج س}$$

$$(٤) \quad \frac{\text{ماس ل}}{\text{ماس ف}} = \text{اي ن ج س}$$

إذا كان ل = ٠ أو ف = ٩٠ فيثبت

ن ج س = ٠ أو س = ٩٠ = ٦ ساعات



اي اذا كان الناظر على خط الاستواء والجرم في خط الاعتدال تكون القوس العليا ٦ ساعات  
ومدة الجرم فوق الافق تعدل مدته تحت الافق

ان كان ف > ل يكون ن ج ف > - ا وذلك غير ممكن فلا يستوفي الجرم شرط كون ز =  
٩٠ اي اذا كان البعد القطبي اقل من عرض الناظر لا يلحق الجرم الافق بل يبقى في دائرة الظهور الدائم  
وان كان ف = ل يكون ن ج س = - ا وس = ١٨٠ = ١٢ ساعة اي اذا كان العرض  
والبعد القطبي متساويين لا يسقط الجرم تحت الافق بل يمس عند الهاجرة  
وان كان ف < ل وف > ٩٠ فحينئذ

ن ج س < ٠ ون ج س < - ا وس < ٩٠ وس < ٦ ساعات  
اي كل جرم بين القطب المرتفع وخط الاعتدال قوسه العليا اطول من قوسه السفلى ومدته  
فوق الافق اطول من مدته تحت الافق . وان كان ف < ل وف < ٩٠ فحينئذ  
ن ج س < ٠ ون ج س < ا وس > ٩٠ وس < ٦ ساعات  
اي اذا كان الناظر على جانب خط الاستواء والجرم على الجانب الآخر منه تكون القوس العليا  
اقصر من ٦ ساعات ومدة الجرم فوق الافق اقصر من مدته تحت الافق  
ان كان ف = ١٨٠ - ل فحينئذ ماس ف = - ماس ل ون ج س = ا وس = ٠ = ٠  
اي اذا كان بين الجرم والقطب المنخفض ما يعدل عرض المكان لا يصعد الجرم فوق الافق بل  
يمس عند الهاجرة واذا كان ف < ١٨٠ - ل يكون ماس ف < - ماس ل ون ج س < ا  
وذلك محال اي اذا كان بعد الجرم عن القطب المنخفض اقل من عرض الناظر لا يصعد  
الجرم الى الافق بل يبقى في دائرة الاختفاء الدائم

ضع في سهل كرة قطرها قدما ن عبارة عن الشمس فتعبر عن عطارد حبة خردل في دائرة قطرها  
١٦٤ قدما وعن الزهرة حبة حمص في دائرة قطرها ٢٨٤ قدما وعن الارض حبة حمص ايضا في  
دائرة قطرها ٤٣٠ قدما وعن المريخ قطورة دبوس في دائرة قطرها ٦٥٤ قدما وعن النجوم  
حببات رمل في دوائر تختلف قطرها بين ١٠٠٠ و ١٢٠٠ قدم وعن المشتري برطقالة في دائرة قطرها  
نصف ميل وعن زحل برطقالة اصغر في دائرة قطرها ٤ الميل وعن اورانوس حبة  
عنب في دائرة قطرها اكثر من ميل ونصف ميل وعن  
ننون خوخة في دائرة قطرها  
٢ ٢ ميل

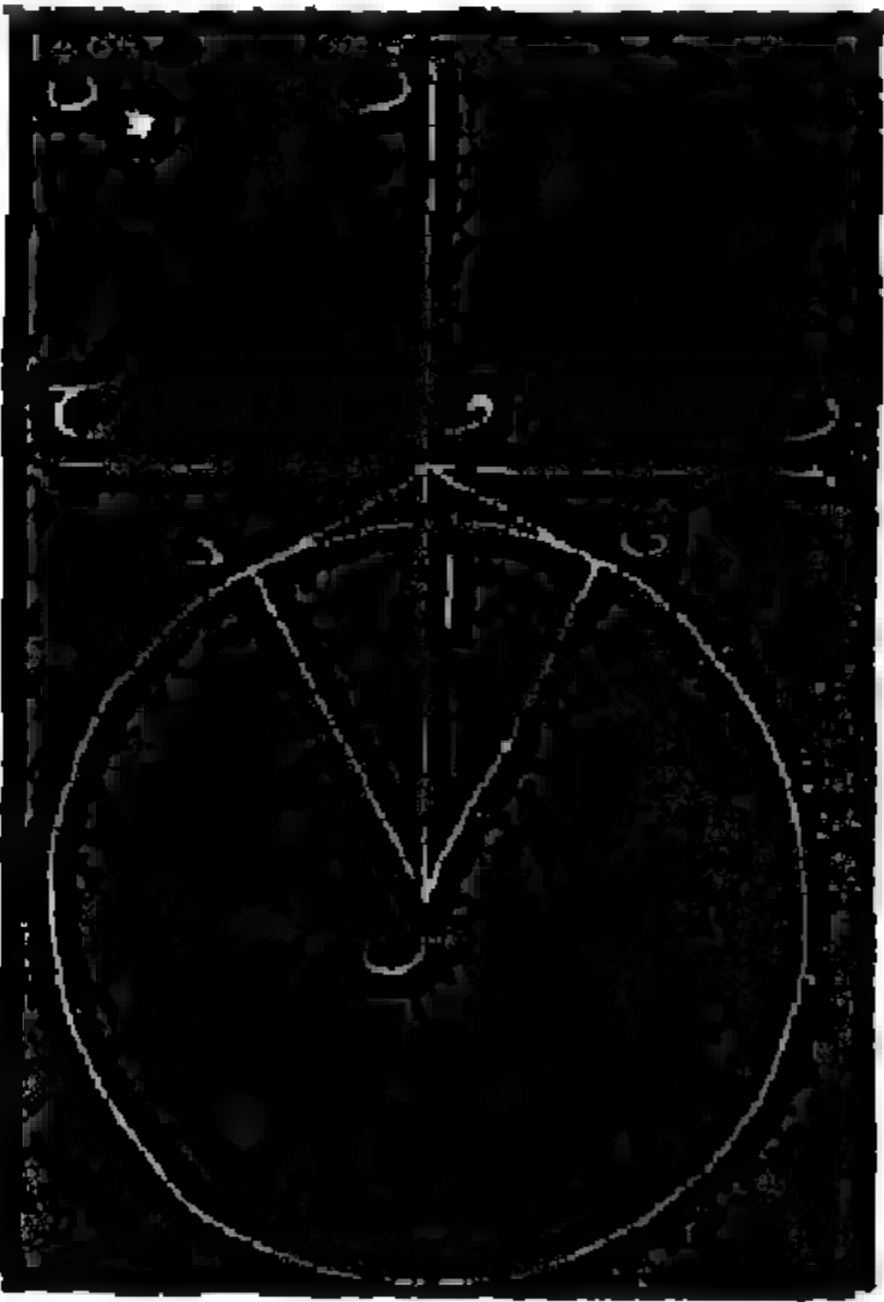
# الجزء الاول

## في الارض

### الفصل الاول

#### في هيئة الارض وجرمها

(٨) هيئة الارض هيئة شبه كرة وذلك يتضح أولاً من استدارة خيالها الواقع على القمر عند خسوفه وثانياً من مقايستها على بنية السيارات التي رآها جميعاً كروية وثالثاً من اننا ننظر اعالى اشباح بعيدة قبل اسافلها ولو كانت اسافلها اكبر من اعاليها ورابعاً من انخفاض الافق عند ارتفاع عين الناظر عن مساواة سطح الارض (انظر شكل ٢ و ٤) وخامساً ان قوساً مفروضة على سطح الارض تقس زاوية واحدة عند المركز تقريباً



شكل ٤

(٩) انخفاض الافق هو ابتعاده الظاهر لناظر مرتفع عن مساواة سطح الارض ويتضح ذلك من الشكل الرابع. فليكن او علو جبل وزو خطاً عمودياً على سطح الارض فان أُخرج على استقامته ينتهي الى المركز ويمكن حر عمودياً على زس فاذا أُخرج الى المقعر السماوي بقسمة الى اعلى واسفل كما تقدم (حد ١١) وليكن داي الجزء من سطح الارض الظاهر عند وليكن ود وي خطين مستقيمين من موضع الناظر الى افق الارضي اي ماسين لسطح الارض وس د

اوس ي نصف قطر الارض فتكون الزاوية حود او روي انخفاض الافق اما الزاوية زود او زوي فتقاس بسهولة ثم ان طرح منها زوج اي قائمة تبقى حود او تقاس س ود ثم اطرحها من القائمة س و ح فتبقى حود وهي المطلوبة. ثم اذا عرفنا س د اي نصف قطر الارض نستعلم الضلعين س و ود ومن

المثلث دس ووهكذا وجد ان الخطوط الخارجة من والى الافق الى اية جهة كانت هي متساوية وينتج من ذلك ان حد النظر دائرة وذلك مما كان الارتفاع عن سطح الارض ولا يصح ذلك الا في سطح كروي

(١٠) ثم ان زاوية انخفاض الافق اي حود = وس د وتُستعلم لاي علو فُرض لانه في المثلث ودس لنا س د وس و والثامة ودس. اجعل س ونصف قطر فتكون النسبة لاستعلام الزاوية وس د هن

س و : اق : س د : ن ج وس د

(انظر كتابي في حساب المثلثات النظرية الثانية صحيفة ٦٧) فلنفرض او = ١٠٠ قدم ونصف

قطر الارض هو ٢٢٥٦ ميلاً = ٢٠٨٨٧٦٨٠ قدماً اي س و = ٢٠٨٨٧٧٨٠

اق = ١٠٠٠٠٠٠

نسب ٢٠٨٨٧٦٨٠ = ٧٢٢١٩٨٩٠

١٧٢٢١٩٨٩٠

نسب ٢٠٨٨٧٧٨٠ = ٧٢٢١٩٨٩٢

نظير جيب وس د = ٩٠٩٩٩٨ = ١٠

ويتنضي لذلك اصلاح قليل لسبب الانكسار الارضي فيصير ٩' ٥١" = زاوية س او ح و اذا ارتفع الناظر مئة قدم ثم بتعيين قيمات مختلفة للخط او من قدم واحد الى حد ما يشاء يُستعلم انخفاض الافق لاي علو فُرض. انظر الجدول الحادي عشر من كتابي في التاليم فانه يفيد معرفة اصلاح اللازم لاستعلام ارتفاع جرم سماوي فوق الافق الحقيقي متى كانت الآلة المستعملة مرتفعة عن سطح الارض مثالة (شكل ٤) ليكن ن نجماً مطلوب ارتفاعه فوق الافق الحقيقي ح و ارتفاعه بالنسبة للزاوية ن و د وليكن ٦٠ مثلاً ولنفرض ارتفاع الآلة ٢٠ قدماً فحسب الجدول يجب ان تُطرح ١٤' ٤" من ٦٠ فيبقى ٤٥' ٥٥" ٢٦ = ارتفاع النجم فوق الافق الحقيقي

ثم بعكس العمل المذكور يُستعلم ارتفاع مكان فوق مساواة سطح البحر اذا فُرضت زاوية انخفاض افقه. فلنا في المثلث ودس الضلع دس والزوايا س و د وس و ومنها نستعلم الضلع س و ثم اطرح من س ونصف قطر الارض اي س ا فيبقى او اي ارتفاع المكان عن مساواة البحر والنسبة هي هن

نظير جيب وس د : س د : اق : س و

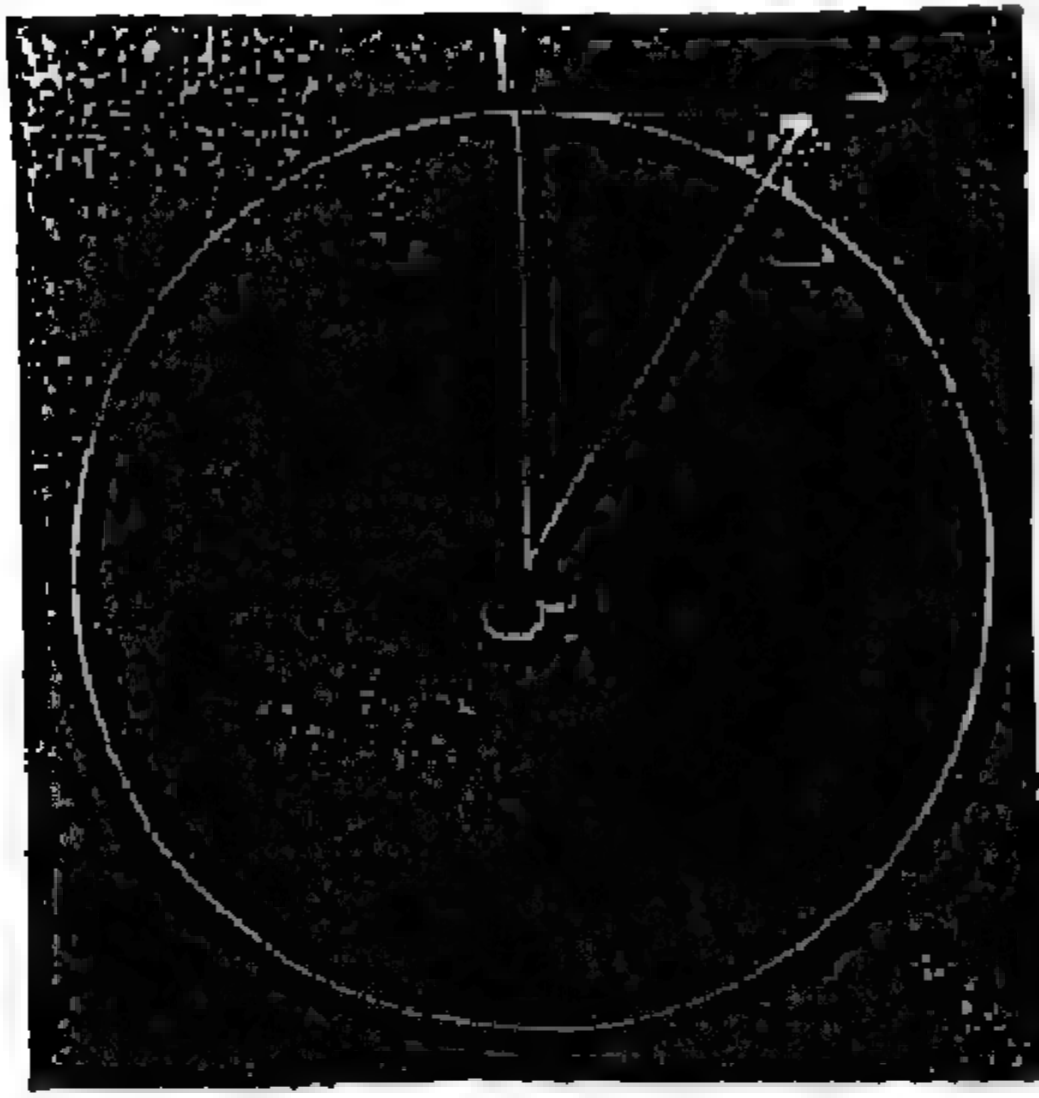
مسئلة . صعد سائح الى راس جبل ووجد زاوية انخفاض الافق ٢٠ فكم قدم علوا الجبل

(الجواب ١٢٧٥٢ قدماً)



(١١) يكفي ما تقدم ذكره برهاناً على كروية الارض وقد تأكد ايضاً انها ليست كرة تامة بل هي مسطحة قليلاً من ناحيتي القطبين وقطرها القطبي اقصر من القطر الاستوائي بنحو ٢٦ ميلاً فسميت الارض شبه كرة (ع) وسياتي الكلام بكيفية استعمال ذلك ان شاء الله

(١٢) قطر الارض القطبي = ٧٨٩٩' ١٧ ميلاً والقطر الاستوائي = ٧٩٢٥' ٦٤ والمعدل ٧٩١٢' ٤ ومحيطها ٢٤٧٥٧' ٥ وفي اصطناع كرة شبيهة بالارض لا يُعتد بارتفاع بعض اجزاء سطحها وانخفاض البعض لان اعلى جبالها لا يفوق خمسة اميال علواً اي  $\frac{5}{79112} = \frac{1}{1582}$  من قطرها واعنى البحر  $\frac{10}{1582}$  من قطرها وذلك في كرة قطرها  $\frac{1}{3}$  ا قدم يكون  $\frac{1}{88}$  من قيراط



شكل ٥

تنبيه . القيراط  $\frac{1}{3}$  من ذراع (١٣) ان حسبنا الارض كرة تامة يتوصل الى معرفة قطرها بالنظر الى راس جبل معروف ارتفاعه من الافق في البحر مثالة (شكل ٥) ليكن ب د جبلاً علوه = ت ولنفرض مقام الناظر عند ا فيترايا له راس الجبل ب في الافق ولنفرض الخط

ا د = ب ميل ولنفرض نصف قطر الارض اي ا س = ك ثم (حسب اقليدس ك ا ق ٤٧)  $ك + ب = ب + ك$  اي  $ك + ت = ب + ك + ا ك ت + ت$

$$(٧) \quad \frac{ب - ت}{ا ت} = \frac{ب - ت}{ا ت} \quad \text{وبالمقابلة } ا ت ك = ب - ت \quad \text{وك} = \frac{ب - ت}{ا ت}$$

ثم لنفرض علو الجبل ا ب د ميلاً واحداً فيكون الخط ا د اي ب حسباً يُعبر عن الامتحان ٨٩ ميلاً ثم بالتعويض

$$\frac{ب - ت}{ا ت} = \frac{١ - (٨٩)}{٢} = \frac{١ - ٧٩٢١}{٢} = \frac{٢٩٦٠}{٢} = \text{نصف قطر الارض وقطرها} = ٧٩٢٠ \text{ ميلاً}$$

(١٤) لنا واسطة اخرى لاستعلام قطر الارض قد استعملت منذ قديم الزمان وهي ان تقاس على سطح الارض درجة من العرض فيؤخذ لذلك مكانان احدهما الى شمالي الآخر وعرضها معروف ولنفرض فضلة عرضيهما ٢٠' ٢٠ ثم لنفرض المسافة بينهما بالقياس ١٠٢' ٥ اميال ثم لان كل دائرة = ٣٦٠ لنا هذه النسبة

$$٢٠' : ٣٦٠ :: ١٠٢' ٥ : ٢٤٨٤٠ = \text{محيط الارض}$$

وحسب اقليدس (ق ١ ك ا م)  $\frac{٢٤٨٤٠}{٣٢١٤١٦} = ٧٩٠٩$  فيبان من هذه الاقيسة المختلفة ان قطر الارض

لا يختلف كثيراً عن ٨٠٠٠ ميل . وبعد مقابلة ادق القياسات قد صح ان

محيط الارض ٢٤٨٥٧ ميلاً

والقطر  $(٢٤٨٥٧ + ٢٤٨٥٧) = ٧٩٧١٤$  ميلاً

ودرجة واحدة من المحيط ٢٦٥٠٠٠ قدم

وثانية واحدة نحو ١٠٠ قدم

القطر الاستوائي ٤١٨٤٨٣٨٠ قدماً

والقطبي ٤١٢٠٨٧١٠ قدماً

وقد اتضح ايضاً ان المحيط الاستوائي ليس بدائرة تامة بل هليلجي قطره الاطول = ٤١٨٥٢٨٦٤ قدماً والاقصر = ٤١٨٤٢٨٩٦ قدماً والاطول ماثر من طول ٢٣°١٤ شرقي الى ١٩٤° شرقي من كرينوج وهو اطول من العمودي عليه ميلين

(١٥) ان الاوهام المسئولة على العقل وخاصة من جهة الفوق والاسفل هي من اعظم الموانع لادراك علم الهيئة ولجل ازالتها يجب على المتعلم ان يتصور الارض في فكره على هيئة كرة مثل نقطة في الكون محاطة بالاجرام السموية من كل الجهات ولا يتصور الفوق والاسفل الا بالنسبة الى جهة مركز الارض اي فوق الى خلاف جهة المركز واسفل نحو المركز

## الفصل الثاني

### في الحركة اليومية والكرات المصطنعة وبعض المسائل الفلكية

(١٦) حركة الاجرام السموية اليومية الظاهرة من الشرق الى الغرب انما هي حاصلة بالحقيقة من دوران الارض على محورها من الغرب الى الشرق ولوتوهم اخراج نصف قطر دائرة خط الاستواء الى المنحدر السماوي لرسم بدوران الارض اليومي خط استواء سماوي والاجرام السماوية تتربا كأنها تتحرك في دوائر توازي الدائرة المشار اليها ولكل جرم دائرة مخصصة به وتسمى هذه الدوائر دوائر الحركة اليومية كما علمت وعند ما يتصور في العقل تصوراً جلياً حتمية حركة الارض على محورها فيثبت بجوز استعمال القول الدارج بدوران الاجرام السماوية من الشرق الى الغرب من واحدة كل يوم في دوائر توازي بعضها بعضاً وتوازي خط الاستواء ايضاً



(١٧) ان مدة دوران نجم من خط نصف النهار حتى يعود اليه ايضا سي يوما نجميا وهو مدة دوران الارض على محورها مرة واحدة وبالمرافقة نجد هذه الاوقات جميعها متساوية ايا كان النجم المراقب فتكون الياام النجمية متساوية ابدأ ويبرهن بذلك ايضا ان النجوم لا تتغير اماكنها بنسبة بعضها الى بعض وهذه الحقيقة مطابقة لكون حركاتها الظاهرة من قبل حركة واحدة حقيقية اي دوران الارض. اما الشمس والقمر والسيارات فانها تدور بالظاهر كالنجوم غير انها لا تعود الى النقطة المعينة من خط نصف النهار في اوقات متساوية كما سنعلم ان شاء الله

(١٨) في الكرة المائلة (حد ٢٠) لا تقطع الدوائر اليومية الافق بالتساوي والى جهة القطب المرتفع تكون اكثر من نصف تلك الدوائر فوق الافق وبالعكس الى جهة القطب المنخفض فمتى كانت الشمس على خط الاستواء يكون الليل والنهار متساويين في جميع الاماكن على سطح الارض لان خط الاستواء والافق كسائر الدوائر العظام تصف احدهما الاخرى ومتى كانت الشمس الى شمالي خط الاستواء يكون النهار اطول من الليل في كل مكان الى شمالي ذلك الخط ومتى كانت الى جنوبيه يكون الليل اطول من النهار وبالعكس ذلك في نصف الكرة الجنوبي وكل ما زاد العرض زاد اختلاف الليل والنهار كما يتضح من النظر الى الكرة الارضية وعلى خط الاستواء هما متساويان ابدأ

(١٩) ان الحركات اليومية لا يمكن التعليل عنها الا بدوران الكرة السماوية حول الارض مرة واحدة في كل ٢٤ ساعة او بدوران الارض على محورها مرة واحدة في تلك المدة والخثار هو المذهب الثاني لاسباب شتى سيأتي ذكرها في محالها وهذه الحركة لا نشعر بها لاستمرارها كما اننا احيانا لا نشعر بحركة سفينة ركبها بل يترايا لنا كأننا ثابتون في مكان واحد وان الاشباح حولنا تتحرك الى جهة خلاف جهة حركتنا

(٢٠) اننا ما دمنا في مكان واحد على سطح الارض لا يتغير افقنا بالدوران اليومي لانه يدور معنا فلنفرض مقاما على خط الاستواء عند شروق الشمس فافقنا الحقيقي يمر بالقطبين وبمركز الشمس ثم بدوران الارض من الغرب الى الشرق يوطأ الافق تحت الشمس اكثر فاكثر ١٥° كل ساعة فيترايا لنا كأن الشمس تصعد فوق الافق هذه المسافة نفسها فبعد ست ساعات يكون الافق قد انخفض تحت الشمس ٩٠° فتكون الشمس فوق رؤوسنا تماما وبعد ست ساعات آخر تكون الشمس في النقطة الغربية من افقنا ثم يصعد افق فوق الشمس فتختفي عنا وتبقى مخفية ١٢ ساعة الى ان تصل اليها ايضا النقطة الشرقية من الافق فيبتدئ نهار آخر

(٢١) ثم لنفرض مقاما عند القطب فسطح افقنا حينئذ بطابق خط الاستواء وينقطع الشمس في مركزها فنراها تتحرك في الافق نصفا فوقه ونصفا تحته بشرط كون الشمس ثابتة او بالاحرى



بشرط نفي حركة الأرض السنوية حول الشمس ثم ان تقدمت الشمس الى الشمال او الأرض الى الجنوب ترى الشمس تتحرك في دائرة توازي خط الاستواء فوق الافق فيكون نهاراً دائماً وان تأخرت الى الجنوب او تقدمت الأرض الى الشمال تخفى كلها فيكون ليل دائماً

(٢٢) من المفروضين السابقين قد اتضح كيفية الحركة اليومية الظاهرة في كرة قائمة وكن متوازية ومن ثم يتوصل الى كيفية هذه الحركة في الكرة المائلة فتأمل (حد ١٨ و ١٩ و ٢٠ و ٢١ و ٢٢ و ٢٣)

### في الكرات المصطنعة

(٢٣) الكرات المصطنعة نوعان ارضية وسماوية فالاولى صورة الأرض والثانية صورة المنعرج السماوي كما يترايا من الأرض ويُفرض مقام الناظر في مركز الكرة

(٢٤) في الكرات المصطنعة تقوم منطقة النحاس مقار خط نصف النهار اي الهاجرة ويقاس عليها عرض الأماكن على سطح الأرض وميل الاجرام السماوية والافق الخشبي يقوم مقام الافق الحقيقي ويقاس عليه السموت والسعة وتعين عليه ايضاً البروج والشهور وابامها وموقع الشمس في دائرة البروج لكل يوم من ايام السنة

(٢٥) الدوائر السويعية على الكرة الارضية تمر بالنقطتين وعلى السماوية تمر بنقطتي دائرة البروج ويقاس عليها العرض السماوي والمنطقة النحاسية يقاس عليها ميل الاجرام السماوية كما تقدم

(٢٦) الساعة دائرة صغيرة مرسومة حول قطب خط الاستواء مقسومة الى ٢٤ ساعة ويدور عليها عقرب فيستعلم بها وقت مرور جرم من نقطة الى اخرى وصعوده المستقيم في وقت ثم ان افتضى الامر ينحول الوقت الى قوس

(٢٧) ربع الارتفاع سائر من نحاس مقسوم الى ٩٠ درجات الكرة التي صنع لها ويستعمل لقياس ارتفاع جرم او سموت وما يشبه ذلك ويصح ايضاً ان يستعمل ثانويّاً لاية دائرة عظيمة فُرِضت او متسامية لاي مكان فُرِض

(٢٨) لكي تدل الكرة على الهيئة في مكان ما يجب تقويمها لموقع المكان وذلك برفع اقرب القطبين درجات تماثل عرض المكان ويكون حينئذ خط الاستواء وجميع الدوائر المتوازية على ميلها الحقيقي عند المكان المفروض ثم تدور الأرضية من الغرب الى الشرق والسماوية بالعكس تتحرك كل نقطة منها على مشابهة حركتها الحقيقية

### (٢٩) مسائل تُحلُّ بالكرة الارضية

(١) لاستعلام عرض مكان وطوله

أدير الكرة حتى يقع المكان المفروض تحت منطقة النحاس فتدري على المنطقة فوق المكان عرضه وعلى خط الاستواء تحت المنطقة طوله

ما هو طول بيروت وعرضها - دمشق - القسطنطينية - باريس

(٢) مفروض عرض مكان وطوله مطلوب موقعة

أدير الكرة حتى يقع الطول المفروض تحت المنطقة ثم تحت العرض المفروض على المنطقة تجد المكان

أي مكان في ٢٩° ع ش و ٧٧° ط غ

حاشية. إن أردت معرفة كم ميلاً يدور موطن مفروض كل ساعة بحركة الأرض اليومية فاستعلم الأميال في درجة من الطول في المكان المفروض واضرب الأميال في ١٥ فأنت فهو الجواب. مثالة أو قيل كم ميلاً تدور حلب كل ساعة لقيل عرض حلب = ٣٦° ١١' تقريباً وفي ذلك العرض ٤٨ ١/٢ ميلاً في درجة من الطول و ٤٨ ١/٢ × ١٥ = ٧٢٧ ١/٢ ميل في الساعة

(٣) لكي تستعلم بالكرة جهة موطن من آخر والبعد بينهما

قوم الكرة لعرض أحد المكانين وركب ربع الارتفاع على سمت الرأس واجعله يمر بالمكان الآخر ثم في دائرة السموت على الأفق الخشبي تجد الجهة وعلى الربع تجد كم درجة بينها وتحوّل الدرجات إلى أميال اعتيادية بضرها في ٦٩ ١/٢ وإلى أميال جغرافية بضرها في ٦٠

ما هي جهة القسطنطينية من دمشق وما هو البعد بينهما

(٤) لكي تستعلم فصلة وقت مكانين بالكرة

أدير الكرة حتى يقع شرقيها تحت المنطقة النحاسية واجعل العقرب على ١٢ ثم أدير الكرة شرقاً حتى يقع المكان الآخر تحت المنطقة فالساعة المدلول عليها بالعقرب هي المطلوب وإن عُرِف طول المكانين نحل المسألة بتحويل فصلة طولها إلى وقت كما تقدم

متى كان الظهر في بيروت فما هو الوقت في جزائر صندوبج

(٥) مفروض وقت مكان ومطلوب الوقت في مكان آخر مفروض

استعلم الفرق بين طولي المكانين وحوله إلى وقت ثم إن كان المطلوب وقته إلى شرقي الآخر فاضف الفرق إلى الوقت المفروض وإلا فاطرحه منه

ما هو الوقت في كتون متى كان الساعة التاسعة في بيروت

(٦) لاستعلام المتخالفين فصلاً والمتخالفين وقتاً والمتخالفين وقتاً وفصلاً لمكان مفروض

قدم المكان المفروض إلى المنطقة ثم في نصف الكرة الآخر تحت المنطقة في عرض المكان المفروض



تجد المتخالفين فصلاً ثم اجعل العقرب على ١٢ وادر الكرة الى ان يقع العقرب على ال ١٢ الآخر ثم تحت المنطقة على عرض المكان المفروض نجد المتخالفين وقتاً وفي نصف الكرة الآخر تحت العرض المفروض نجد المتخالفين وقتاً وفصلاً

تنبيه . المتخالفون وقتاً يتفقون فصلاً والمتخالفون فصلاً يتفقون وقتاً والمتخالفون وقتاً وفصلاً هم في جهات متقابلة من الكرة ويمشون قدماً لتقديم

ما الاماكن المتخالفة وقتاً والمتخالفة فصلاً والمتخالفة وقتاً وفصلاً لمدينة دمشق - بغداد

(٧) لاجل تقويم الكرة لكي تدل على موقع الشمس

خذ يومك من الشهر وتجاهه على الافق الخشبي نجد موقع الشمس في دائرة البروج لذلك اليوم ثم عين ذلك المكان من دائرة البروج نفسها وقدمه الى المنطقة وضع العقرب على ١٢ فتكون الكرة على مشابهة حالة الارض في ذلك النهار

قوم الكرة ليومك هذا

(٨) مفروض عرض مكان مطلوب من الكرة وقت طلوع الشمس وغروبها ليوم معين في

ذلك المكان

قوم الكرة للعرض وقدم مكان الشمس في دائرة البروج الى المنطقة واجعل العقرب على ١٢ ثم ادر الكرة شرقاً الى ان يقع مكان الشمس على مساواة الافق الخشبي فالساعة المدلول عليها بالعقرب هي وقت طلوع الشمس ثم ادر الكرة غرباً الى ان يقع مكان الشمس على مساواة الافق فتكون الساعة المدلول عليها وقت الغروب

اية ساعة تشرق الشمس واية ساعة تغيب في مكانك يومك هذا

(٩) مفروض مكان في المنطقة الحارة مطلوب اي يومين من السنة تكون الشمس في سمت

الراس له

قدم المكان المفروض الى المنطقة وعين عرضه ثم ادر الكرة وعين النقطتين من دائرة البروج اللتين تمران تحت ذلك العرض ثم اطلب تلك النقطتين على الافق الخشبي وتجاههما تجد المطلوب في اي يومين من السنة تكون الشمس في سمت الراس لمدينة مدرس - كويتو - جزيرة مار هيلانة

(١٠) مفروض النهر ويومه في مكان ليس في احدى المنطقتين الباردتين مطلوب اية يوم

آخر من السنة بعدله طولاً

استعلم مكان الشمس في دائرة البروج لليوم المفروض وقدمه الى المنطقة وعين الدرجة من العرض فوqe ثم ادر الكرة حتى تقع نقطة اخرى من دائرة البروج تحت ذلك العرض واطلب تلك

النقطة في الافق الخشبي فتري تجاهها اليوم الآخر او بدون الكرة كل يومين على بعد واحد من اطول ايام السنة او اقصرها هما متساويان

اي يوم آخر من السنة = ٢٥ نيسان

(١١) مطلوب طول النهار الاطول في مكان مفروض في المنطقة المتجهة الشمالية

ارفع القطب او اخفضه حتى يقع المكان المفروض تحت النقطة الشمالية من الافق وعين بعدة عن القطب على منطقة النحاس وعين هذا البعد ايضا على المنطقة من خط الاستواء شمالاً ثم ادر الكرة وعين القطبتين من دائرة البروج اللتين تتران تحت الدرجة المعينة واطلها في الافق الخشبي فتجد تجاهها اليومين اللتين فيها يتبدى النهار الاطول وينتهي في المكان المفروض والايام بينها هي طول النهار الاطول في المكان المفروض

ما هو طول النهار الاطول في شمالي جزيرة سبينسبركن وفي اي يوم يتبدى وفي اي ينتهي

ما هو طول النهار الاطول عند القطب الشمالي وفي اي يوم يتبدى وفي اي ينتهي

(١٢) مطلوب طول الليل الاطول في مكان مفروض في المنطقة المتجهة الشمالية

افعل كما تقدم في العملية السابقة وعدّ الدرجات من خط الاستواء جنوباً وتمّ العمل كما تقدم ما هو طول الليل الاطول في الراس الشمالي

قد نشئ بعض اهل هولندا في زمبلا الجديدة عرض  $٦٦^{\circ} ٢٠'$  شمالي في سنة ١٥٩٦ ففي اي يوم من اي شهر غابت عنهم الشمس وفي اي يوم اشرقت وكما يوماً بقيت غائبة

(١٣) مطلوب عدد الايام التي فيها تشرق الشمس وتغيب في مكان مفروض من المنطقة المتجهة الشمالية

استعلم طول النهار الاطول والليل الاطول في المكان المفروض حسباً تقدم واجمعها واطرح المجتمع من ٢٦٥ فما كان فهو عدد الايام التي فيها تشرق الشمس وتغيب كل ٢٤ ساعة في المكان المفروض كم يوماً من السنة تشرق الشمس وتغيب في الراس الشمالي عرض  $٦١^{\circ} ٣٠'$

الجواب ٢١٥ يوماً

(١٤) مطلوب سعة الشمس في مكان مفروض

قوم الكرة لعرض المكان المفروض واستعلم موضع الشمس في دائرة البروج وادر الكرة حتى يقع موضعها تحت الجزء الشرقي من الافق فتري تجاهه سعة الشروق ثم ادرها الى ان يقع مكان الشمس تحت الجزء الغربي من الافق فتري تجاهه سعة الغروب

في اية جهة تشرق الشمس وتغيب في مكانك في ٢١ تموز

في مكان في ٢٢ ك ١٨٢٧ في ٢١° ٢٨' عرض جنوبي و ٨٢° طول غربي غابت الشمس في الجنوب الشرقي حسب المحك فكم هو انحراف الابرة (١٥) مفروض عرض المكان ويوم الشهر مطلوب الساعتان من النهار فيها تكون الشمس الى جهة الشرق والغرب تماماً

قوم الكرة لعرض المكاث واستعلم مكان الشمس في دائرة البروج وقدمه الى المنطقة واجعل العقرب على ١٢ ثم ركب ربع الارتفاع على العرض المفروض وضع طرفه على النقطة الشرقية ثم ادر الكرة حتى يقع مكان الشمس على حد الربع فتكون الساعة المدلول عليها بالعقرب هي التي فيها تكون الشمس الى جهة الشرق وهكذا في الجهة الغربية

في اية ساعة تكون الشمس الى جهة الشرق من مكانك في ٢١ حزيران - في ٢١ ك ١

(١٦) مفروض ارتفاع الشمس وقت الظهر ويوم الشهر مطلوب عرض المكان

اطرح ارتفاع الشمس من ٩٠ فيكون الباقي بعد الشمس عن سمت الرأس ثم من احد الجداول لميل الشمس استعلم ميلها للوقت المفروض فان كان جنوبياً فاطرحه من الباقي المذكور والا فاضفه اليه فاما كان فهو العرض

مفروض في ١٠ آيار ارتفاع الشمس وقت الظهر ٥٠° وهي الى جهة الجنوب من الناطر فاهو

عرض المكان

٩٠ - ٥٠ = ٤٠ = البعد عن سمت الرأس

ميل الشمس = ٢٩° ١٧' شمالي

٢٩° ٥٧' = العرض وهو شمالي

### (٣٠) مسائل على الكرة السماوية

(١) لاستعلام ميل جرم سماوي وصعوده المستقيم

قدم موضع الجرم الى المنطقة النحاسية فتكون الدرجة فوقه الميل والتي تقابلها على خط الاستواء

هي الصعود المستقيم

ما هو ميل النسر الواقع وصعوده المستقيم - الطائر - فم الحوت - الغول - رجل الجبار -

الشعري البمانية - الشعري الشامية - الشمس في ٥ حزيران

(٢) لتقويم الكرة حتى تدل على هيئة السماء في وقت مفروض

قومها لعرض المكاث المفروض وقدم موضع الشمس الى المنطقة وضع العقرب على ١٢ ثم ادر



الكرة غرباً حتى يدل العقرب على الساعة المفروضة فيدل حيثئذ على هيئة السماء في ذلك الوقت  
قوم الكرة للدلالة على هيئة السماء في ليلتك هذه في الساعة العاشرة (بظ)

(٢) لاستعلام ارتفاع نجم وموته في وقت مفروض

قوم الكرة لعرض المكان وركب ربع الارتفاع على سمت الرأس واجعله يمر على النجم المفروض  
فيكون جزء الربع الواقع بين النجم والافق هو الارتفاع والقوس من الافق الواقعة بين المنطقة والربع  
هي السموت

ما هو ارتفاع الشعري البانية وموتها ليلتك هذه الساعة العاشرة بظ - مرق من المرأة  
المسلسلة - مغرز من الدب الأكبر - كف من ذات الكرسي - العبوق - قلب الاسد - السنبلة -  
السماك الراح

(٤) لاستعلام البعد بين نجمين

ضع الصفر من ربع الارتفاع على احدهما فتكون النقطة منه الواقعة على الآخر دالة على البعد بينهما  
ما هو البعد بين الفرقدين - بين نجوم نطاق الجبار

(٥) مفروض العرض واليوم من الشهر مطلوب ارتفاع الشمس وقت الظهر

قوم الكرة للعرض وقدم موضع الشمس الى المنطقة وعين الدرجات بينة وبين سمت الرأس  
فيكون متم تلك القوس ارتفاع الشمس في الوقت المفروض  
ما هو ارتفاع الشمس وقت الظهر يومنا هذا

(٦) مفروض الصعود المستقيم لجرم سماوي وميله ومطلوب مكانه على الكرة

قدم درجة الصعود الى المنطقة ثم خذ درجة الميل من المنطقة فيكون موقع الجرم تحتها  
اي نجم له  $26^{\circ} 29'$  صعود مستقيم و  $52^{\circ} 27'$  ميل شمالي

(٧) مفروض طول جرم وعرضه مطلوب موقعه

ضع صفراً من ربع الارتفاع على الطول المفروض في دائرة البروج والطرف الآخر على قطبها  
فتدري مكان الجرم تحت العرض المفروض من ربع الارتفاع

اي نجم له  $16^{\circ} 16'$  من الطول و  $12^{\circ} 26'$  من العرض الشمالي

(٨) مفروض اليوم والساعة والعرض مطلوب النجوم الطالعة والافلة والواصلة الى خط

نصف النهار

قوم الكرة للعرض وقدم موضع الشمس الى المنطقة واجعل العقرب على  $12$  ثم ان كانت الساعة  
المفروضة في ظ فادبر الكرة شرقاً حتى يمر العقرب على ساعات تماثل الوقت بين المفروض والظهر

وان كان بظ فادرها غرباً حتى يستقر العقرب على الساعة المفروضة وعلى كلا الحالين تكون النجوم الواقعة على الافق الشرقي طالعة والواقعة على الغربي آفلة والواقعة تحت المنطقة على خط نصف النهار

ما هي النجوم الطالعة والآفلة الخ في ساعة ٩ ليلا لك هذه

ما هي النجوم التي لا تغيب عنك في عرضك

(١) مفروض العرض واليوم من الشهر مطلوب كم تطلع الزهرة قبل الشمس ان كانت نجم الصبح وكم تغيب بعد الشمس ان كانت نجم الغروب

اطلب طول الزهرة وعرضها من الجداول اليومية وعين مكانها على الكرة ثم قدم موضع الشمس الى المنطقة فان وقعت الزهرة عن بين الشمس كانت نجم الغروب والآفلي نجم الصبح ثم ان كانت نجم الغروب فقدم موضع الشمس الى الافق الغربي وضع العقرب على ١٢ وادر الكرة غرباً الى ان تغيب الزهرة فيدل العقرب على المطلوب وان كانت نجم الصبح فعكس العمل وهذه القاعدة تصلح لبقية الساعات ايضاً

الزهرة آفلي نجم الصبح او نجم الغروب بومك هذا

اية ساعة يطلع المشتري واية ساعة يغيب - المريخ - زحل - عطارد

تنبيه . ان المسائل الماضية على الكرة الارضية والسماوية هي البعض القليل من مسائل كثيرة تحل بها ولا داعي لذكر اكثر منها لان الفطن ينتبه اليها من نفسه بعد ما يتقدم قليلاً في علم الهيئة

## الفصل الثالث

### في زاوية الاختلاف والانكسار والشفق

(٢١) انتقال ناظر يحدث انتقالاً ظاهراً في المنظورات سمي الحركة الاختلافية ومقدار تلك الحركة هي الزاوية الاختلافية فزاوية الاختلاف هي التي تقيسها قوس الاختلاف الظاهر في موقع جرم بالنظر اليه من اماكن مختلفة مثالة في شكل ٦ لتكن الارض س ح الافق ح ز ربع دائرة عظيمة بين الافق وسمت الراس وي ف غ ح مواقع القمر مثلاً على درجات مختلفة من الارتفاع فوق الافق فان ناظرًا اليه من ا على سطح الارض متى كان في ي يراه بين الثوابت في ح و ناظرًا اليه من س اي من

مركز الأرض براه بين الثوابت في ح فالتوس ح ح هي قياس الزاوية ح ي ح او ايس وهي زاوية الاختلاف وهكذا متي كان عند ف و غ

(٢٢) لسبب الاختلاف الظاهر في مواقع الاجرام السماوية الحاصل من اختلاف الاماكن



قد اعتمد علماء هذا الفن ان يحسبوا مكان جرم ذلك الموضع الذي كان يرى فيه لو نُظِرَ اليه من مركز الأرض ولنا قواعد لتحويل مراقبات على سطح الأرض الى ما كانت لو صارت من المركز وهي مبنية على معرفة زاوية الاختلاف كما يتضح من الشكل

(٢٣) قد سُميت الزاوية ايس الاختلاف الاقني وهي زاوية يقابلها نصف قطر الأرض ايس وفي المثلث اغس لنا هذه النسبة اي

شكل ٦

(٨) جيب اغس : جيب غاس او غاز : اس : س غ

وتحويل النسبة جيب اغس اي جيب الاختلاف =  $\frac{\text{ج غاز} \times \text{اس}}{\text{س غ}}$  واس كمية ثابتة فتغير

قيمة هذه المعادلة بتغير الكسر  $\frac{\text{ج غاز}}{\text{س غ}}$  اما زاوية الاختلاف فصغيرة جدًا فيحسب الجيب مساويًا

للقوس فيوضع القوس عوضًا عن جيبها في المعادلة نصير

(٩) زاوية الاختلاف =  $\frac{\text{ج غاز} \times \text{اس}}{\text{س غ}}$   $\infty$   $\frac{\text{ج غاز}}{\text{س غ}}$

اي زاوية الاختلاف تزيد كزيادة جيب زاوية البعد عن سمت الرأس وبالقلب كبعد الجرم عن مركز الأرض فكلما كان الجرم اقرب الى الافق كانت زاوية الاختلاف اكبر وكلما بعد عن مركز الأرض كانت اصغر\*

\* للفر زاوية اختلاف اكبر من سائر الاجرام السماوية لسبب قربة اليها وهي ٥٧' وليس للسيارات زاوية اختلاف اكبر من ٣٠" والفرق بين قوس ١° وجيبها ليس باكثر من ١٨' وقد رأينا في المساحة



ثم لما كانت زاوية الاختلاف  $\alpha$  س كجيب البعد عن سمت الرأس فلنفرض  $F =$  الاختلاف  
الافقي وف  $=$  الاختلاف على ارتفاع مفروض فوق الافق فلنا

$$(10) \quad F : f :: \text{جيب البعد عن سمت الرأس} : \text{جيب } 90^\circ$$

$$\text{وبالتحويل } F = \frac{f \times \text{ج } 90^\circ}{\text{ج البعد عن سمت الرأس}}$$

$$(11) \quad F = \frac{f}{\text{ج البعد عن سمت الرأس}}$$

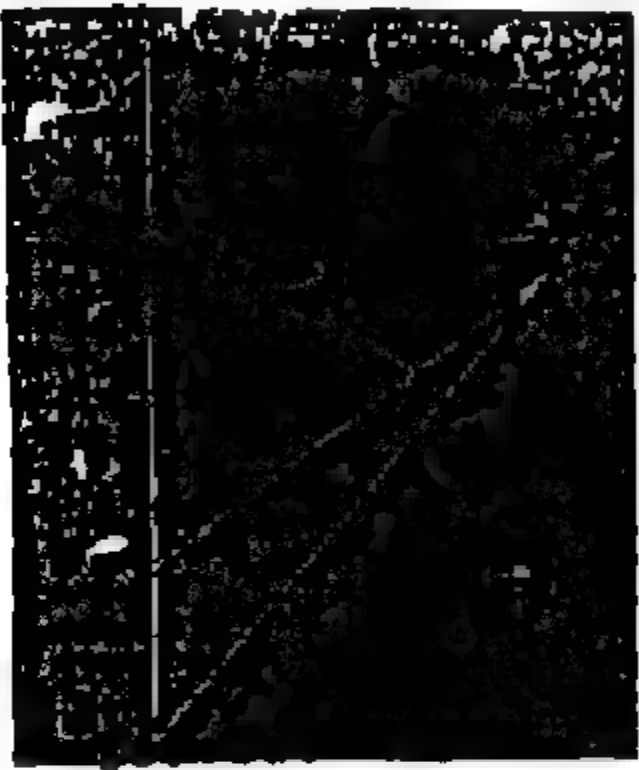
اي الاختلاف الافقي  $=$  الاختلاف في الارتفاع مقسوماً على جيب البعد عن سمت الرأس

$$\text{افرض } S = F \quad d = (\text{شكل 6})$$

$$P = \text{ص س}$$

$$Z = \text{ز ص ف}$$

$$z = \text{ص ف س}$$



$$(12) \quad \text{فلنا جيب } z = \frac{P}{d} \times \text{ج } Z$$

ان صارت  $Z$  صفراً يصير  $\frac{P}{d}$  صفراً ايضاً واذا كان الاختلاف صفراً لاية قيمة فرضت للزاوية  
 $Z$  يكون  $\frac{P}{d}$  صفراً ايضاً اي تغير مكان الناظر لا نسبة حيث يبينه وبين بعد الجرم المنظور اليه

(٢٤) نرى مما سبق انه اذا عرفنا زاوية الاختلاف لجرم على ارتفاع ما فوق الافق نستعلم  
الزاوية التي بقابلها قطر الارض راسها في الجرم وايضاً ان عُرف الاختلاف الافقي نستعلم منه الاختلاف  
لاي ارتفاع فريض لانه بالمعادلة السابقة

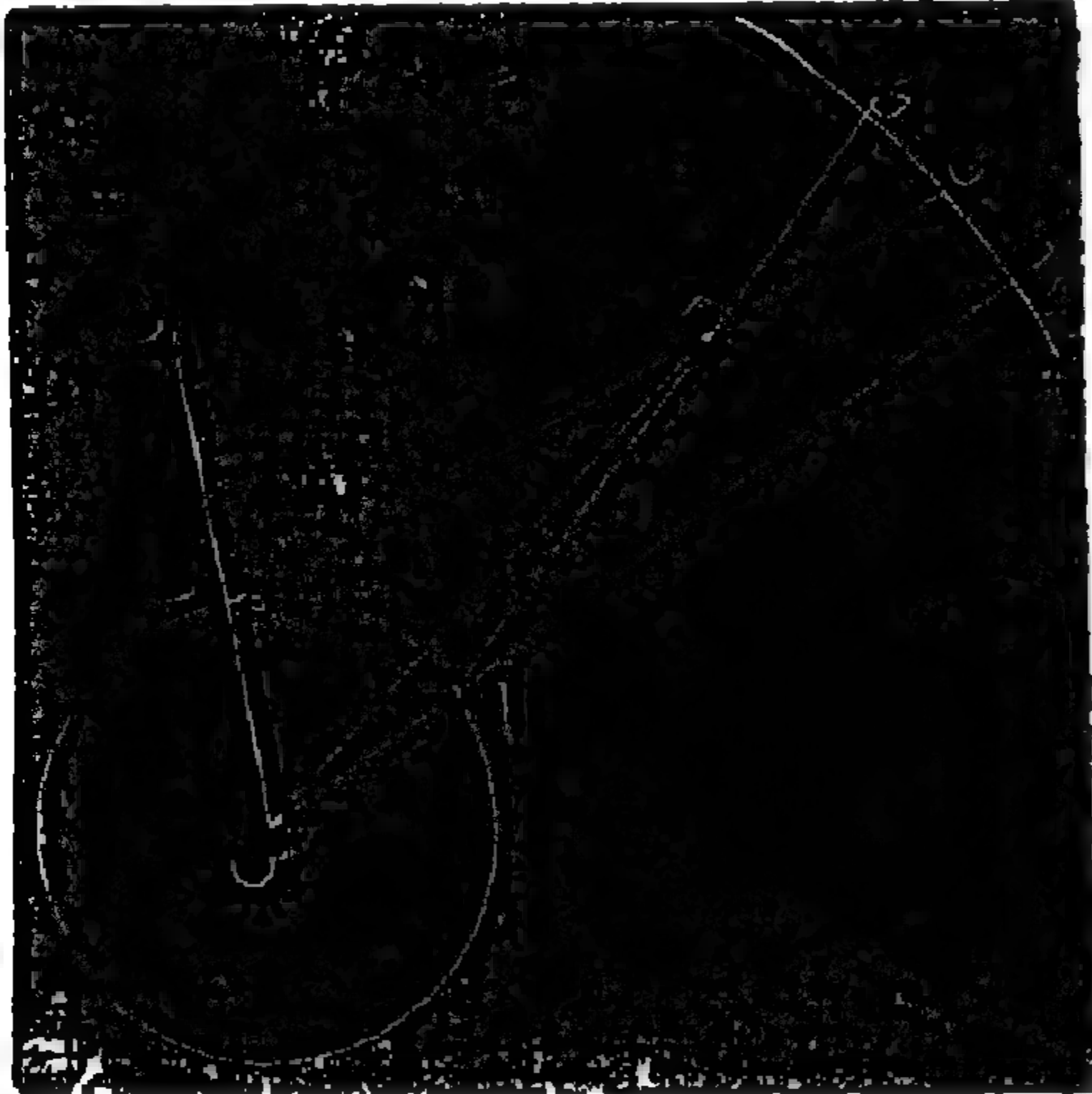
$F = f \times \text{ج البعد عن سمت الرأس}$  فمتى انتهى جرم الى سمت الرأس فلا اختلاف له ومعظم  
اختلافه هو اختلافه الافقي فان وُجد بالمراقبة ان اختلاف القمر هو على  $52^\circ$  من سمت الرأس  $=$   
 $45^\circ$  فلنا ج  $52^\circ : \frac{1}{f} :: 21' 56'' : 45^\circ =$  اختلافه الافقي

(٢٥) يتضح من شكل ٦ ان الاختلاف يربنا جرمًا او طامًا هو حقيقة اي او طامًا ما كان لو  
نظر اليه من مركز الارض الا متى كان في سمت الرأس فمتى قيس ارتفاع جرم سماوي يجب ان تضاف  
اليه زاوية الاختلاف لكي يُعلم ارتفاعه الحقيقي الا النجوم الثوابت التي لا اختلاف لها كما ستري وان قيس  
ارتفاع جرم عند وصوله الى خط نصف النهار يكون له اختلاف في الميل فقط وقبل وصوله الى ذلك

ان الفرق بين قوس صغير وجيبها لا يعتد به (انظر كتابي في التعاليم صحيفة ١١٥)

الخط وبعد زواله عنه يكون له اختلاف في الميل اي الى جهة النطب وفي الصعود اي الى جهة الافق  
احدهما عمودياً على خط الاستواء والآخر على موازاته ونرى ايضاً من الشكل ان الاختلاف يتغير حسب  
بعد الجرم عن مركز الارض وسوف ترى ان جميع الاجرام السماوية تدور في افلاك هليجية فتكون  
احياناً اقرب الى الارض واحياناً ابعد عنها فيختلف هذا الاختلاف حسب البعد والقرب وان  
احتجت الى معرفة هذا الاختلاف فاطلبه من الجداول اليومية للاجرام السماوية المحسوبة لكل سنة  
بفرداها اذ لا يمكن ان يصنع لذلك جدول واحد يصلح لكل السنين كما ستعلم غير انه بوضع جدول  
تقريبي لاختلاف الشمس لان زمان بعدها الابعد وبعدها الاقرب في سنين مختلفة لا يتغير اكثر من  
يوم واحد وتغير يوم واحد لا يجعل تغيراً يشعر به في اختلافها والأولى ان يؤخذ ذلك من الجداول  
السنية اما اختلاف الشمس حسب ارتفاعها فوق الافق واختلاف السيارات حسب ارتفاعها

وحسب اختلافها الافقي فجدول عليه بالجدول  
الثالث



وكيفية علمه ان تضرب الجيب الطبيعي للبعد  
عن سمت الراس في الاختلاف الافقي وعلى هذا  
السييل نستعلم الاختلاف للدرجات من الارتفاع  
غير المذكورة في الجدول

(٣٦) فلنذكر الآن كيفية استعمال اختلاف

الافقي للقمر

شكل ١

ليكن اوب (شكل ١) مكانين على سطح الارض

تحت خط واحد من خطوط نصف النهار وليكن احدهما في شمالي اوروبيا والآخر في راس الرجاء  
الصالح وعرض كل منهما معروف فيعرف من ذلك القوس اب والزاوية اس ب فليراقب القمر  
من المكانين معاً فعند م ورو بالهاجرة يراه المراقب اعندي والبعد عن سمت = زاوية زاي والمراقب  
ب يراه عند ي والبعد السمتي = زب ي فيعرف متم كل واحدة منها اي مراس م ب س ثم في  
المثلث المتساوي الساقين اس ب استعلم الزاوية ا والزاوية ب والضلع اب وا طرح احدها من م اس  
م ب س تبقى م ب ا م اب اما اب فمعروف فيستعلم ام وبم ثم في المثلث امس لنا الزاوية عند ا وام  
واس فتستعلم امس وهي الاختلاف لمقام عند ا وللبعد السمتي زاي

وان لم يكن المراقبان على هاجرة واحدة

فلنفرض ه = تغير البعد السمتي بين تكبدين



$\lambda =$  فرق الطول بين الماجرتين

$\delta =$  تغير البعد السمتي في المرور من هاجرة الى هاجرة فلنا

$$(١٢) \quad \frac{\delta \times \lambda}{\sqrt{24}} = \delta : \lambda :: \delta : \sqrt{24}$$

ان كان البعد السمتي تحت زيادة في المقام الشرقي يضاف  $\delta$  الى البعد السمتي في ذلك المقام  
والا فيطرح فهو البعد الذي للمراقب على المقام الغربي  
وعلى هذه الكيفية استعمل لاكايل ولا لاند الفرنسيان اختلاف القمر الاقني وكان الواحد منها  
في راس الرجاء الصالح والاخر في برلين وهكذا استعمل ايضا اختلاف المريخ بمراقبة لاكايل في راس  
الرجاء الصالح وورجتين في استوكهولم

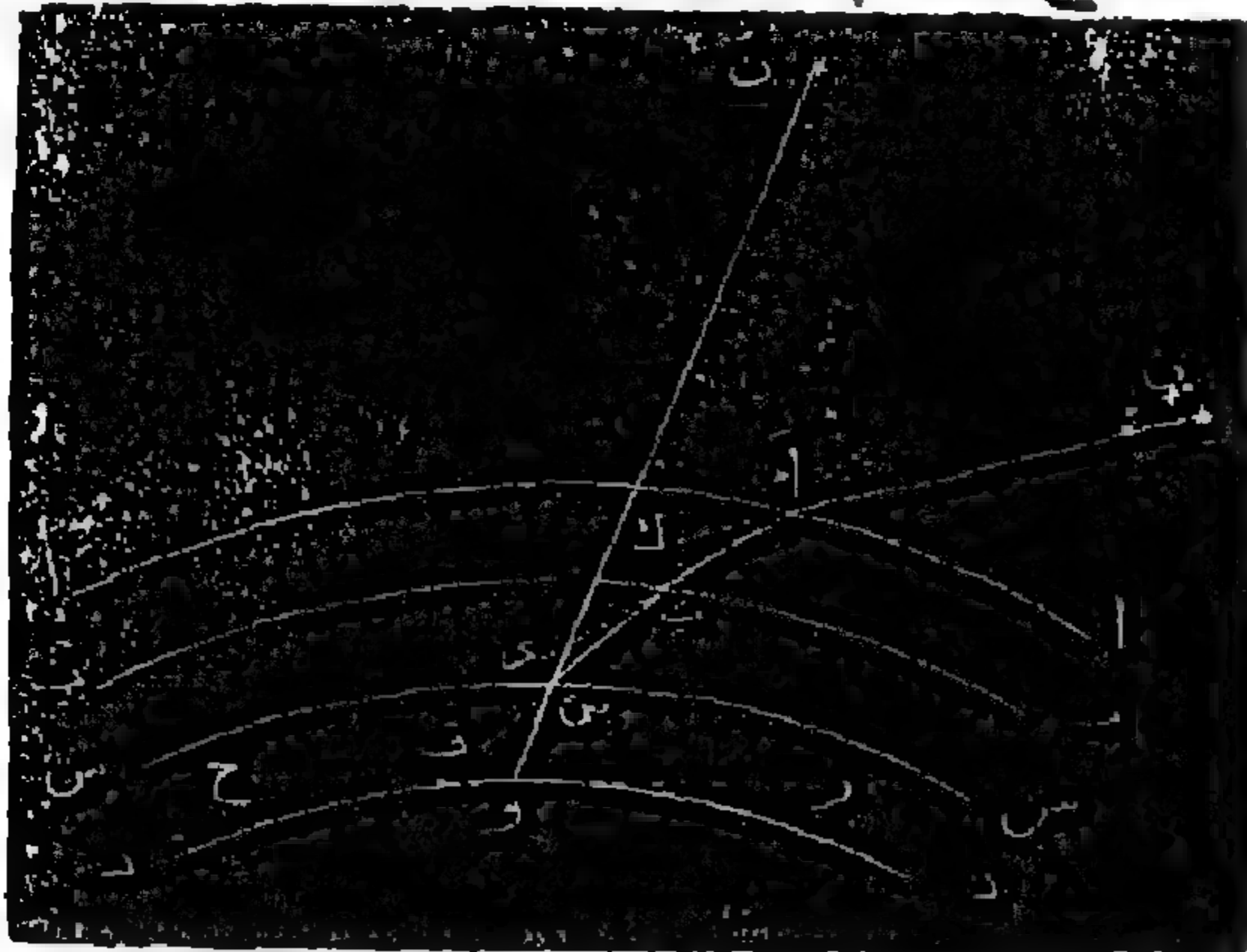
(٢٧) اختلاف الشمس الاقني لا يستعمل بهذه الواسطة لسبب بعدها وصغر زاوية اختلافها بل  
يستعمل بمراقبة عبور الزهرة على وجه الشمس وسما في الكلام بذلك في موضعه

(٢٨) ان معرفة الاختلاف الاقني لجرم سماوي امر معتبر اذ به نستعمل بعد الجرم عن مركز  
الارض مثالة ان عرفنا الزاوية اي س (شكل ٦) ونصف قطر الارض معروف فلنا في المثلث اي س  
زاوية قائمة عند ا (وان لم تكن قائمة في الشكل) وبقيت الزوايا والضلع اس فنستعمل بالسهولة الوتر  
س ي اي بعد الجرم عن مركز الارض

نبيه . اختلاف الشمس الاقني لا يزيد عن ٩" واختلاف بعض السيارات اقل من ذلك

### في الانكسار

(٢٩) قد رأينا ان الاختلاف يخفص ارتفاع الاجرام السماوية الظاهر واما الانكسار فيزيد



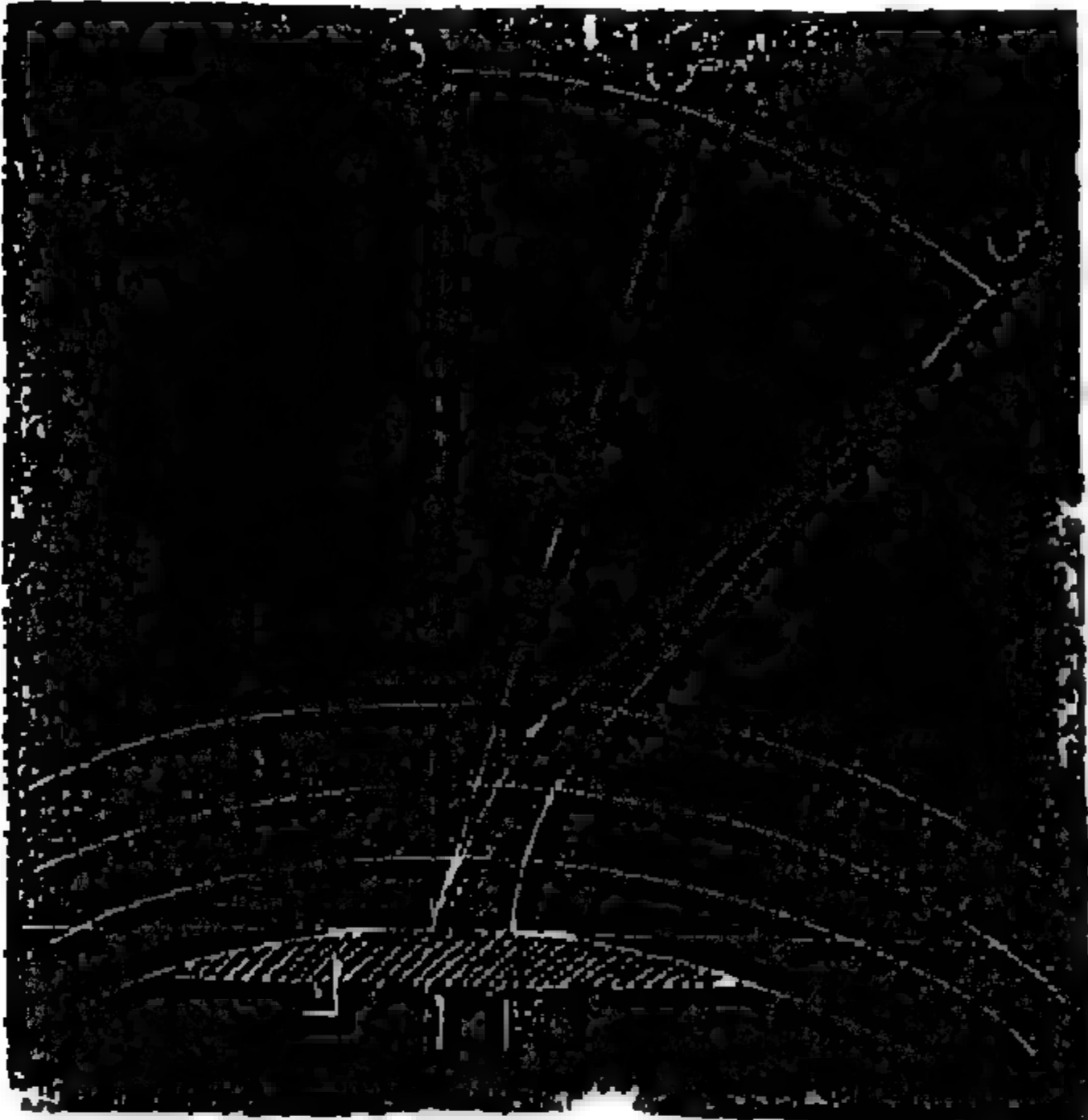
شكل ٩

ارتفاعها الظاهر وهو يفعل في البعيدة  
والقريبة على حد سواء لانه يحصل من  
انكسار شعاع النور الواصلة الى العين  
بواسطة مرورها في كرة الهواء فلفرض كرة  
الهواء مركبة من صفائح منضمة مثل ا ا  
ب ب س س د د (شكل ٩) ونعلم ان  
الهواء يزداد كثافة كلما اقترب الى سطح  
الارض وبالنسبة تزيد قوته لكسر الشعاع

فليكن ن نجما ولنقع منه شععة ن ك ولندخل الهواء عند ا فتعكس الى جهة آي وعند ب اذ



يكون الهواء قد زاد كثافته تنكسر الى جهة ب ف وعند س الى جهة و فيترايا النجم في جهة وس اي عند ن ويكون مرور الشععة على قوس دائرة من أ الى و



شكل ١٠

(٤٠) متى كان جرم سماوي في سمت الراس تقع الشعاع منه عمودية على مسكة الهواء فلا تنكسر ويكون الانكسار على معطوي متى كان الجرم في الافق واذا كان مقداره متعلقا على نوع ما بكثافة الهواء فيزيد او يقل بالنسبة الى كثافة الهواء وهي تختلف باختلاف الحرارة والعلو فيختلف الانكسار باختلاف البارومتر والترمومتر

(٤١) لنفرض (شكل ١٠) ز = زاص = البعد عن سمت الراس المعروف بالرصد

ر = ص اص = الانكسار لذلك البعد عن سمت الراس

ع = علو الزيق في البارومتر

ح = حرارة الهواء بالترمومتر

ت = مسي تمدد الهواء لكل درجة فارنهایت

ب = مسي تمدد الزيق لكل درجة فارنهایت

فحسب عبارة لنرو المعتمد عليها الآن

$$ر = ٨٢٠٥٧ \times \frac{ع}{٢٠} \times \frac{١ + (ح - ٥٠) \times ب}{١ + (٥٠ - ح) \times ت} \times ماس ز (١ - ٠.٠٠١٢٥١٧ \times ز)$$

$$(١٤) \quad \text{قاطع ز} = ١٢٩.٠٠٠٠٠٠ \times \left( \frac{٢ + ج ز}{ن ج ز} \right)$$

ويجوز ترك الضلع الاخير من هذه العبارة الا اذا كان البعد السمي كثيرا. متى كان ع = ٢٠

وح = ٥٠ تصبح العبارة بعد ترك الضلع الاخير

$$(١٥) \quad \text{معدل ر} = ٨٢٠٥٧ \times ماس ز (١ - ٠.٠٠١٢٥١٧ \times \text{قاطع ز}) = A$$

الحاصل من هذه العبارة هما كانت قيمة ز مسي معدل الانكسار اي ما كان لو كان البارومتر

على ٢٠ والترمومتر على ٥٠

ولغير ذلك من البارومتر والترمومتر

$$(16) \quad \frac{X(50 - \text{ح}) + 1}{X(50 - \text{ح}) + 1} \times \frac{ع}{٢٠} \times A = ر$$

$$(17) \quad \frac{X(50 - \text{ح}) + 1}{X(50 - \text{ح}) + 1} \times \frac{ع}{٢٠} + \text{نسب} A = \text{نسب} ر$$

وبافتراض قيمة ز مختلفة بين صفر و ٩٠ وع بين ٢٨ و ٢٩ قيراطاً وح بين ٨٠ و ٩٠ ف  
نحسب انساب هذه الكميات ونقيّد في جدول للاستعمال تحت اسم Z و t و h (انظر الجدول

الرابع والخامس والسادس)

واذا جعلت ز تختلف بين ٧٥ و ٩٠ وع = ٢٠ وح = ٥٠ نحسب جدولاً آخر للانكسار بقرب  
الافق غير انه اذا زاد البعد السمتي عن ٨٠ قلما يعتمد على جداول الانكسار لانه حينئذ لا يتوقف  
على حال الهواء من جهة الكثافة والحرارة

مثال . بعد جرم عن سمت الراس بالرصد ٢٦° ٧١' ٠٠" والبارومتر ٢٩° ٧٦' قيراطاً  
والترمومتر ٤٣° ف مطلوب الانكسار

بالجدول الرابع معدل الانكسار نسب ٢° ٢٢٦.٩

" الخامس البارومتر ٢٩° ٧٦' ٩° ٩٩٦٥١

الترمومتر ٤٣° ٠.٠٠٦٦٨

$$٢° ٢٢٩٢٨ = ١٧٣° ٤٩' ٢ = ٥٣° ٤٩' ٢$$

٢٦° ٧١'

البعد بالرصد

٢ ٥٣° ٤٩'

الانكسار

٢٨° ٧١' ٥٣° ٤٩' البعد الحقيقي عن سمت الراس

(٤٢) لنظر الآن الى كيفية استعمال الانكسار من رصد الاجرام السماوية ولنفرض مقامنا في

عرض شمالي ٤٨° او ٥٠° او ٦٠° حيث يمر بعض نجوم دائرة الظهور النائم في سمت الراس ولنفيس  
بعد جرم منها عن القطب متى كان في سمت الراس ثم بعد من القطب متى كان على خط نصف  
النهار تحت القطب فلولا الانكسار لكان البعدان متساويين ومن جراء الانكسار يكون البعد الاسفل  
اقل من الاعلى والفرق بينهما هو الانكسار لدرجة ارتفاعه فوق الافق عند تكبير الاسفل

مثاله . في مدينة باريز ٤٨° ٥٠' عرض شمالي كان نجم على خط نصف النهار ٦ من سمت  
الرأس شمالاً فكان بعد عن القطب اذا ٤١° ٤' لان سمت الرأس لباريز = ٩٠ - ٤٨° ٥٠' =  
٤٢° ١٠' و ٤١° ٤' = ٦ - ١° ٤' ولما كان على خط نصف النهار تحت القطب كان بعد عنه









شكل ١٢

أق : ن ج ا : : ماس اس : ماس اد اصف اد الى اب قلنا بد ثم قل

ن ج اد : ن ج بد : : ن ج اس : ن ج بس

ثم لاستعلام اد

$$\text{ن ج ا} = 100 = \text{كالم} 80 = 1226780$$

$$\text{ماس اس} = 50' 9'' 41 = 941671$$

$$9181341 = \text{ماس اد} = 58' 27'' 8$$

$$\text{اد} = 58' 28'' 8$$

$$\text{اضف له اب} = 35' 59'' 74$$

$$83' 27'' 82 = \text{بد}$$

لاستعلام بس

$$\text{ن ج بد} = 83' 27'' 82 = 40404$$

$$\text{ن ج اس} = 50' 9'' 41 = 876697$$

$$18922101$$

$$\text{اطرح ن ج اد} = 58' 27'' 8 = 995005$$

$$8928049 = \text{ن ج بس} = 3' 9'' 85$$

$$\text{اطرحه من} 90' = 6' 9'' 85$$

$$85' 9'' 3$$

$$4' 50' 57 = \text{الارتفاع الحقيقي}$$

ثم ان اختلاف الشمس في ايار = 8' 50''

اصح بذلك الارتفاع الظاهر 5' 0'' 14

الاصلاح للاختلاف = 8' 47''

$$5' 0'' 22 = \text{الارتفاع الظاهر بعد الاصلاح للاختلاف}$$

$$4' 50' 57$$

اطرح الارتفاع الحقيقي

$$1' 9'' 25 = \text{الانكسار}$$

وذلك بوافق ما في الجدول تقريباً

اما زيادة رطوبة الهواء او قلتها فلا تتعل في الانكسار لان الرطوبة تزيد لطافة الهواء بنفس ما

تزيد قوة الانكسار فيقل الانكسار بالطافة بمقدار ما يزداد بالرطوبة

(٤٥) بواسطة نظير ما ذكر نستعلم الانكسار لكل درجة من الارتفاع الظاهر ومتى قياس ارتفاع جرم سماوي يجب اضافة الاختلاف اليه وطرح الانكسار منه لنعلم الارتفاع الحقيقي ويجب ايضا مراعاة حال البارومتر والترمومتر لكي يعرف الانكسار بالتدقيق

(٤٦) نرى من الجدول ان الانكسار في الافق = ٢٢ تقريباً ولكن قطر الشمس وقطر القمر هما اقل من ذلك فيظهران لنا صباحاً قبل طلوعها ومساءً بعد غروبها حقيقة

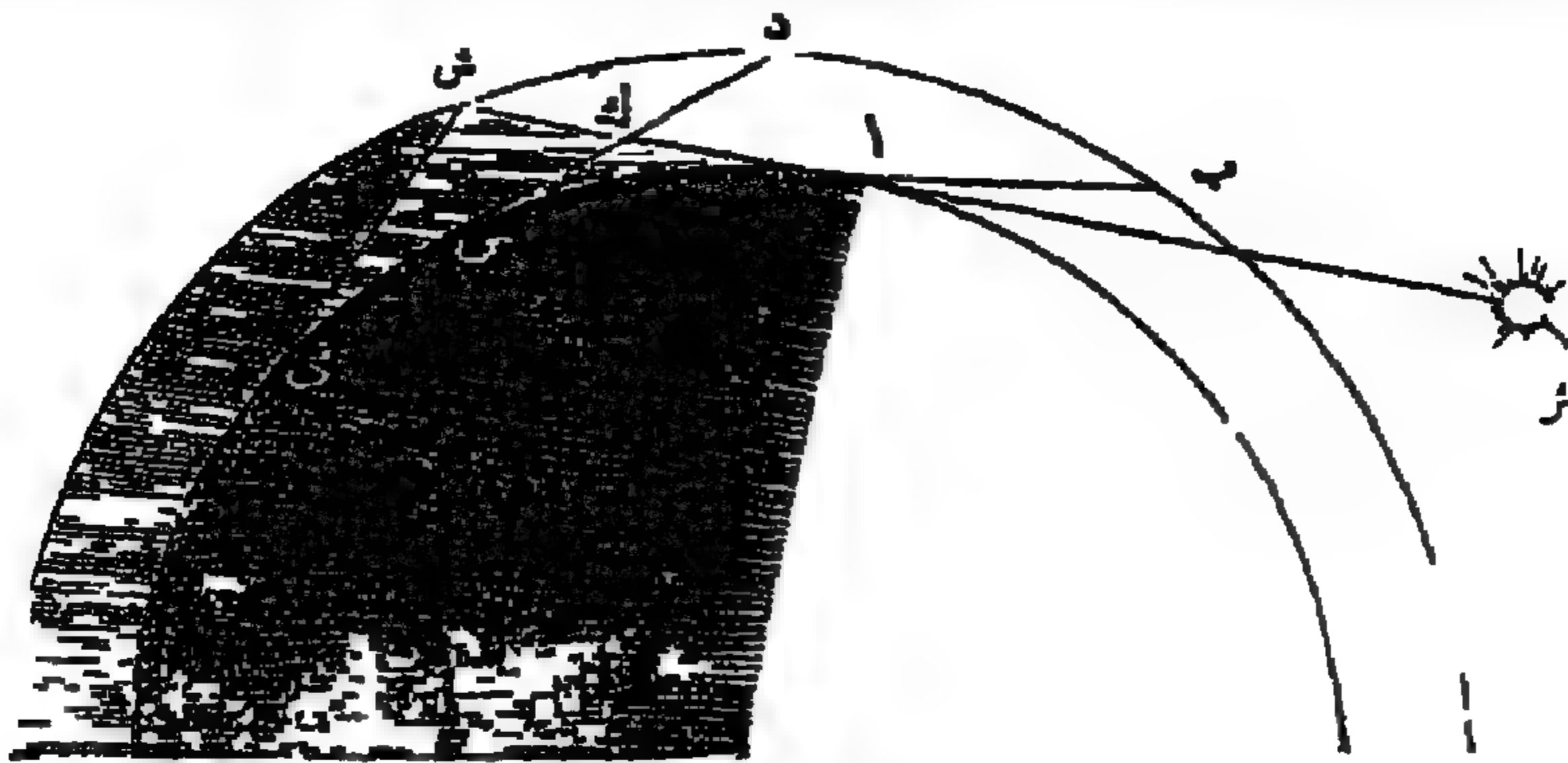
(٤٧) نرى الشمس احياناً كثيرة متى كانت في الافق تتغير عن هيئة الاستدارة وتصبح هليجية خاصة اذا كان على وجهها غيوم رقيقة بوجودها نستطيع ان نوكد هيئة الشمس وسبب ذلك انما هو الانكسار لان الجزء الاسفل من الشمس يرتفع بالانكسار اكثر من الجزء الاعلى منها لزيادة الانكسار بقرب الافق فينصرف قطرها الفاعم ويطول قطرها الافقي وهذا التغير ظاهر في الجبال اكثر من السهول لزيادة ميل وقوع الشعاع على كفة الهواء في الجبال وفي ايام البرد اكثر من ايام الحر لزيادة كثافة الهواء بالبرد فتزداد بذلك قوته لتكسير الشعاع وقد شوهد قصر القطر الفاعم ٦ اي ١/٦ القطر كله وفي بعض الاماكن الشمالية الباردة جداً يقصر اكثر من ذلك

(٤٨) يترايا لنا احياناً كأن الشمس والقمر وهما في الافق اكبر منهما عند وصولهما الى الهاجرة مع انها اقرب اليها اذا كانا على خط نصف النهار فكان يُظن انها يظهران اكبر عند ذلك ولا يقاس فرقاً بين قطر الشمس في الوقتين بادي القياسات ولكن الفرق ظاهر في القمر اذ يرى قطر على خط نصف النهار اطول منه في الافق فسبب ظهورها عند الافق اكبر بتضح من النظر الى حكم الحواس بالاشباح الارضية لاننا نحكم على بعد جرم وبالنسبة على مقدار وليس فقط من زاوية النظر بل ايضا من كثرة الاشباح الواقعة بين العين والشبح المنظور او قلتها ومتى كان الشمس او القمر في الافق يقع بينهما وبين العين اشباح كثيرة فنحكم بانها ابعد عنا وننسب لها جرمًا اكبر بالنسبة الى ذلك والامر خلاف ذلك متى كانا على خط نصف النهار ويبرهن ذلك من انه اذا نظرنا اليها من وراء زجاجة مدخنة لا نرى فرقاً في قطر احدها في الوقتين

### في الشفق

(٤٩) يراد بالشفق النور بين الفجر وطلوع الشمس وبين غروبها والعتمة ومقدار منه حاصل من الانكسار كما تقدم واكثر من الانعكاس لانه متى كانت الشمس اقرب من ١٨ الى الافق قبل طلوعها او بعد غروبها يصل البناشي من نورها ولا يكون ذلك الا من الانعكاس ليكن اب (شكل ١٢) افق ناظر مقامه عند ا و ش ش شعة من الشمس متى كانت تحت

الافق درجتين او ثلاث درجات فالناظر عند ابرى القطعة من الهواء ابش مضبئة والناظر عند  
س افئة س د لا يرى سوى قطعة دكش مضبئة والناظر عند بي افئة ي ش لا شفق له



شكل ١٣

(٥٠) قد تقدم ان الشفق يتبدى صباحاً وينتهي مساءً عند وصول الشمس الى  $18^\circ$  تحت  
الافق وقد عيّن هذا الحد من مراقبة الوقت بين الغياب واول ظهور النجوم الصغار في جهة الشفق  
وهو ساعة واحدة و١٢ دقيقة  $= 18^\circ$  هذا عند خط الاستواء حيث تكون جميع الدوائر اليومية عمودية  
على الافق وعند القطب يبقى الشفق طالما كانت الشمس اقرب الى خط الاستواء من  $18^\circ$  وميل  
الشمس لا يزيد عن  $23^\circ 27' 47''$  فتكون ظلة كاملة عند القطب في مدة مرور الشمس على  $5^\circ 27' 47''$  ميلاً  
قبل وصولها الى المدار وبعد ان اُضيف الى ذلك الانكسار وطرح الاختلاف لا يبقى سوى  $70$  يوماً  
ظلمة كاملة عند القطب فيكون الانتقال من نهار الى ليل ومن ليل الى نهار شيئاً فشيئاً مدة طويلة ثم  
في الكرة المائلة اي بين خط الاستواء والقطب يطول وقت الشفق بالنسبة الى بعد المكان عن  
القطب المرتفع

(٥١) يرى في قوة الهواء لتكبير النور وتعكسه شيئاً من حكمة الخالق ورحمته لانه لولا ذلك  
لما امكنا ان نرى شيئاً الا ما وقع عليه نور الشمس نفسه ولكانت ظلة دائمة كلما جلسنا تحت ظل او  
كلما اجنبت الشمس عنا بسحابة ولا تنقلنا من نهار الى ليل ومن ليل الى نهار بغتة. وفي اماكن مرتفعة  
حيث الهواء لطيف وقوته على التعكيس قليلة يرى لون الفلك مسوداً وحياناً تظهر النجوم بالنهار

### مسائل على الكرة

لاستعلام بداءة الشفق ونهايته في مكان مفروض ليوم مفروض

استعلم ميل الشمس للوقت المفروض وارفع القطب الشمالي او الجنوبي حسب كون الميل شمالياً  
او جنوبياً وركب ربع الارتفاع على درجة ميل الشمس ثم قدم المكان المفروض الى المنطقة النحاسية  
وضع العنبر على  $12$  ثم ادر الكرة شرقاً حتى يقع المكان تحت الافق فيدل العنبر على وقت الغروب



ثم ادرها ايضا الى ان يصير المكان ١٨ تحت الافق حسب ربع الارتفاع فيدل الغروب على وقت انتهاء الشفق مساء وبالعكس تُعرف بدائته صباحا

كم يوما يبقى الشفق طول الليل في لندن - في بطرسبرج  
هل يمكن ان يدوم الشفق من الغروب الى الشروق في عرض القسطنطينية  
كم يوما يبقى الشفق عند القطب

(٥٢) اننا بواسطة الشفق نستعمل علو كرة الهواء او بالاحرى ذلك الجزء من كرة الهواء الذي تكفي كثافته لتعكس النور اليها بما يُشعر به

ليكن س (شكل ١٤) مركز الارض و و مقام ناظر على سطحها و ص ح جهة وقوع الشعاع عند آخر الشفق اية متى جعلت مع الافق ح س ص = ١٨ فيكون اعلى كرة الهواء الذي منه يأتي



شكل ١٤

الشفق في الافق عند ح و ص ح مماس لسطح الارض ثم ان رُسم نصف القطر س و و القاطع س ح تكون الزاوية و س و = ح س ص = ١٨ والزاوية ح س و = ٩ و قاطع ٩ حسب الجدول = ١٠١ ان حُسب نصف القطر واحداً. اطرح من القاطع س غ اي ابقى  $\frac{1}{2}$  من نصف قطر الارض فان حسبنا القطر  $7913^4$  ميلاً نصفه =  $3956^2 + 100 = 3966^2$  ميلاً

اي علو كرة الهواء غير ان فعل كرة الهواء في الخسوف واشتعال النيازك يدل على وجود هواء على علو ٥٠٠ ميل من سطح الارض وان كان على غابة اللطافة

## الفصل الرابع

### في الوقت والحساب السنوي

(٥٣) الوقت مقدار من الدهر ويقاس بكل ما يقسم مقداراً من الدهر الى اجزاء متساوية كخطران رقاص او ساعة رملية وما يشبه ذلك

(٥٤) القياس الاصلي للوقت هو زمان دوران الارض على محورها مرة واحدة وهو واحد ابداً كما عُلِم من ادق المراقبات و زمان دوران الارض على محورها مرة واحدة يتعين بدوران نجم من الهاجرة

الى ان ينتهي اليها ايضاً وقد سميت تلك البرهة يوماً نجمياً وانقسم الى ٢٤ ساعة نجمية ومن المراقبات في عصور مختلفة من اماكن كثيرة قد تاكد ان هذه المدة متساوية ابداً

(٥٥) الوقت الشمسي يُحسب من دوران الشمس الظاهر من الهاجرة الى رجوعها اليها ايضاً فلو كانت الشمس ثابتة كهم ثابت لكان الوقت الشمسي والنجمي واحداً اما الشمس فتنتقل شرقاً ٢٦٠' ٢٤ في يوماً اي درجة واحدة تقريباً كل يوم وبالتدقيق ٥٩' ٢٥' ٨" اي الارض تكمل دورانها السنوي في ٣٦٥ يوماً ٥ ساعات ٤٨ دقيقة ٦١ ثانية

$$\frac{٣٦٥}{٣٦٥ \text{ يوماً } ٥ \text{ ساعات } ٤٨ \text{ دقيقة } ٦١ \text{ ثانية}} = ٨' ٢٥' ٥٩''$$

اي في مدة دوران الارض مرة واحدة على محورها تكون الشمس قد انتقلت من خط نصف النهار نحو الشرق فيبقى مقدار ذلك التقدم للارض ان تدور قبل وصول الشمس الى خط نصف النهار ايضاً اي ان تدور الشمس بالظاهر لاجل انمام يوم شمسي ٣٦٠' ٢٦٠' ٢٤' ٨" ثم

$$٣٦٠' ٢٦٠' ٢٤' ٨" : ٨' ٢٥' ٥٩'' = ٢٤' ٢٢' ٥٦''$$

اي زيادة اليوم الشمسي على النجمي او بالتدقيق ٢' ٢٢' ٥٦'' اي كنسبة ١٠٠٢٧٣٧٩ : ١٠٠٢٧٣٧٩ فلنحويل الوقت الشمسي الاوسط الى وقت نجمي اضربه بالعدد المشار اليه اي ١٠٠٢٧٣٧٩ وان حسبنا اليوم النجمي ٢٤ ساعة يجب ان نحسب اليوم الشمسي ٢٤' ٢٢' ٥٦'' وقد جرت العادة ان يُحسب اليوم الشمسي ٢٤ وان نُطرح الفضلة المذكورة من اليوم النجمي فيبقى ٢٢' ٥٦'' ٤'

(٥٦) لو كانت حركة الشمس في دائرة البروج على التساوي ابداً لكانت الفضلة المذكورة هي الفرق بين اليوم الشمسي والنجمي ابداً ولكن الشمس نارة تبطو واخرى تسرع كما سيأتي بيانه والاقواس من خط الاستواء ومن دائرة البروج الواقعة بين خطين من خطوط نصف النهار ليست متساوية كما سيأتي شرحه والمدة بين انتقال الشمس من خط نصف النهار الى ان تعود اليه سي وقتاً ظاهراً وهذه الازمنة غير متساوية كما ذكر فتكون الايام الشمسية غير متساوية

(٥٧) ثم لكي نحصل على قياس ثابت للوقت تنوهم شمس وهمية تتحرك على خط الاستواء على التساوي فتكون المدة بين انتقالها من خط نصف النهار حتى تعود اليه ايضاً معدل طول الايام الشمسية في مدار السنة وسُمي الوقت الاوسط وهذا الشمس الوهمية تارة تسبق الحقيقية واخرى تتأخر عنها كما سيأتي بيانه فلا يمكننا ان نعرف الوقت الاوسط من مراقبة الشمس الوهمية بل نعرف الوقت الظاهر من مراقبة الحقيقية ثم ان حسبنا كمية تقدم الوهمية على الحقيقية او تأخرها عنها فتضاف الى الوقت الظاهر او تُطرح منه فلنا بذلك الوقت الاوسط وقد سُمي هذا المضاف وهذا المطروح معادلة الوقت



ليكن ق (شكل ١٥) القطب وقم قوساً من خط نصف النهار وكم قوساً من خط الاستواء وكى قوساً من دائرة البروج وك الاعتدال الحقيقي ود الاعتدال الاوسط و الاعتدال الاوسط



شكل ١٥

محولاً الى خط الاستواء ون الشمس الحقيقية وش الشمس الوهمية فيكون مرقش الوقت الظاهر الشمسي و مرقش الوقت الاوسط الشمسي وكش الصعود المستقيم للشمس الحقيقية وكمر معادلة الاعتدال في صعود مستقيم

افرض ع = ش ش = معادلة الوقت

" ص = كش = ص مستقيم للشمس الحقيقية

" ط = رش = طول الشمس الاوسط

" ق = كمر = معادلة الاعتدال في صعود مستقيم

فلنا من الشكل

(١٨)

$$ع = ص - (ط + ق)$$

اي معادلة الوقت تعدل صعود الشمس المستقيم الا مجتمع طول الشمس الاوسط مع معادلة الاعتدال في صعود مستقيم

اذا كان صعود الشمس المستقيم اكثر من الطول الاوسط بعد اصلاحه بمعادلة الاعتدال تضاف معادلة الوقت الى الوقت الظاهر لاجل معرفة الوقت الاوسط والا فتطرح منه

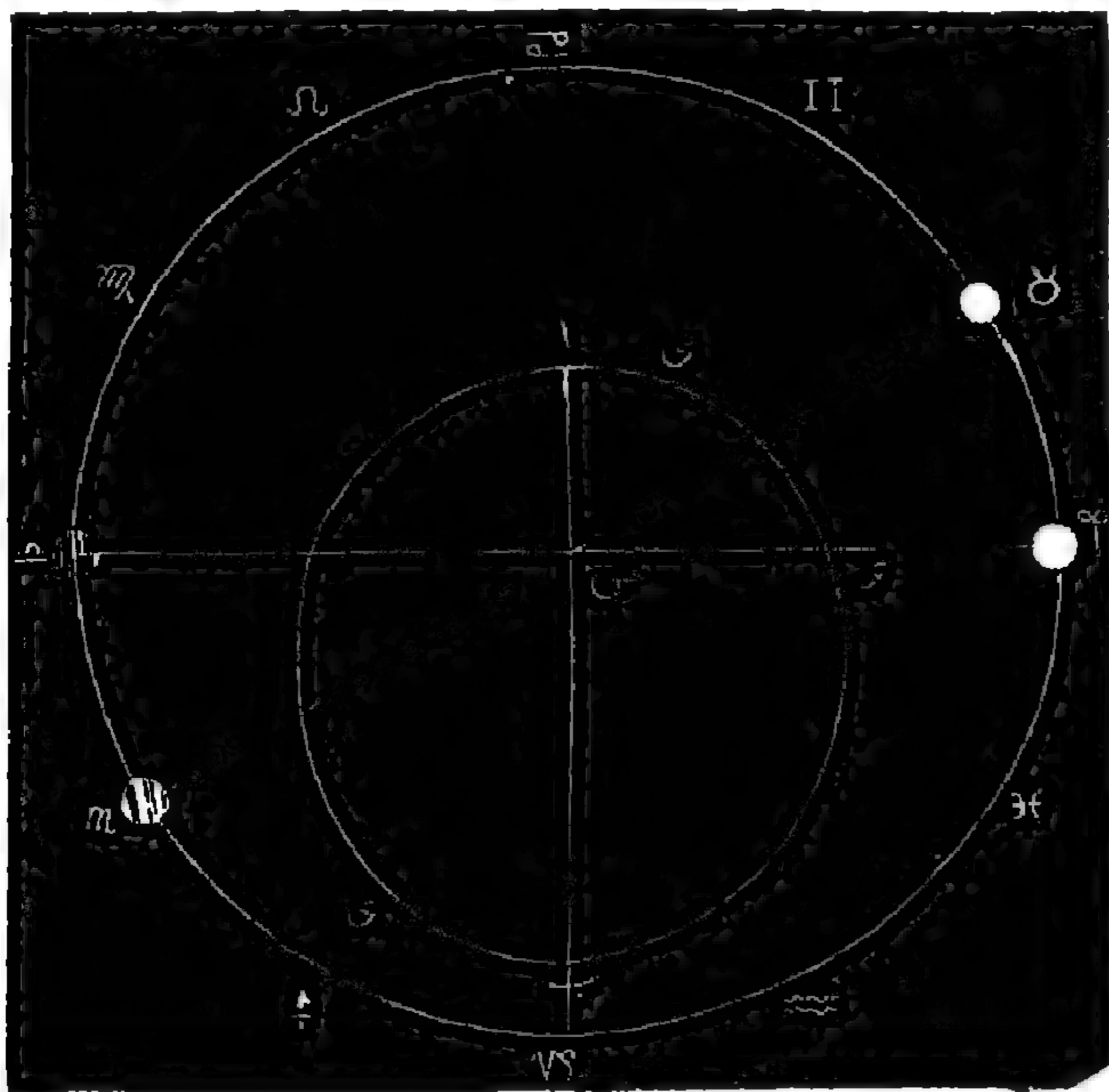
تنبيه . يجب ان نميز بين اليوم الاعنيادي المحسوب من نصف الليل الى الظهر ١٢ ساعة ومن الظهر الى نصف الليل ١٢ ساعة واليوم عند علماء الهيئة فانه محسوب من الظهر الى الظهر ٢٤ ساعة مثالة اليوم الاول من كانون الاول الاعنيادي يتبدى من نصف الليل واليوم الثاني من نصف الليل التالي وعند علماء الهيئة يتبدى الظهر والثاني يتبدى في اليوم الثاني الظهر فلو قيل ١٢ يوماً من شهر حساب اعنيادي ل قيل ١٢ يوماً ١٢ ساعة حساب فلكي ولو قيل ١٥ يوماً ٦ ساعات حساب اعنيادي ل قيل ١٤ يوماً ١٨ ساعة حساب فلكي فيكون الفرق بينهما ١٢ ساعة ابداً فانتبه

(٥٨) ان الساعات غالباً تضبط للدلالة على الوقت الاوسط وليس لنا دليل طبيعي على ذلك كما لنا على الوقت الظاهر فيجب ان نعرف معادلة الوقت الواجب طرحها من الظاهر او اضافتها اليه للحصول على الوقت الاوسط فلنفرض ساعين احدهما حافظة الوقت الظاهر والاخرى الاوسط فالفرق بينهما هو معادلة الوقت والاولى تارة تتقدم واخرى تتأخر عن رفيقتها ومعظم الفرق بينهما ١٦' ١٧" بقرب اليوم الثالث من تشرين الثاني وتوافقان اربع مرات كل سنة اي بقرب



٥ نيسان و١٤ حزيران و٢١ آب و٢٤ كانون الاول وهذه الاوقات تتغير قليلاً لسبب تغير وقت وصول الشمس الى نقطة الرأس ونقطة الذنب لانهما تتقلان كل سنة من الغرب الى الشرق ١١" في مضي الادوار لا تكون الشمس على اسرع حركتها في اول كانون الثاني كما هي الآن فتتغير ايضاً اوقات اتفاق الساعين المشار اليها

(٥٩) ان التفاوت بين الايام الشمسية له علان احدها عدم مساواة حركة الارض في دوراتها السنوي كما سبقت الاشارة اليه والاخرى ميل سطح دائرة البروج على سطح دائرة خط الاستواء اولاً لكون حركة الارض حول الشمس غير متساوية وذلك من كون فلكها هليلجياً فتكون



شكل ١٦

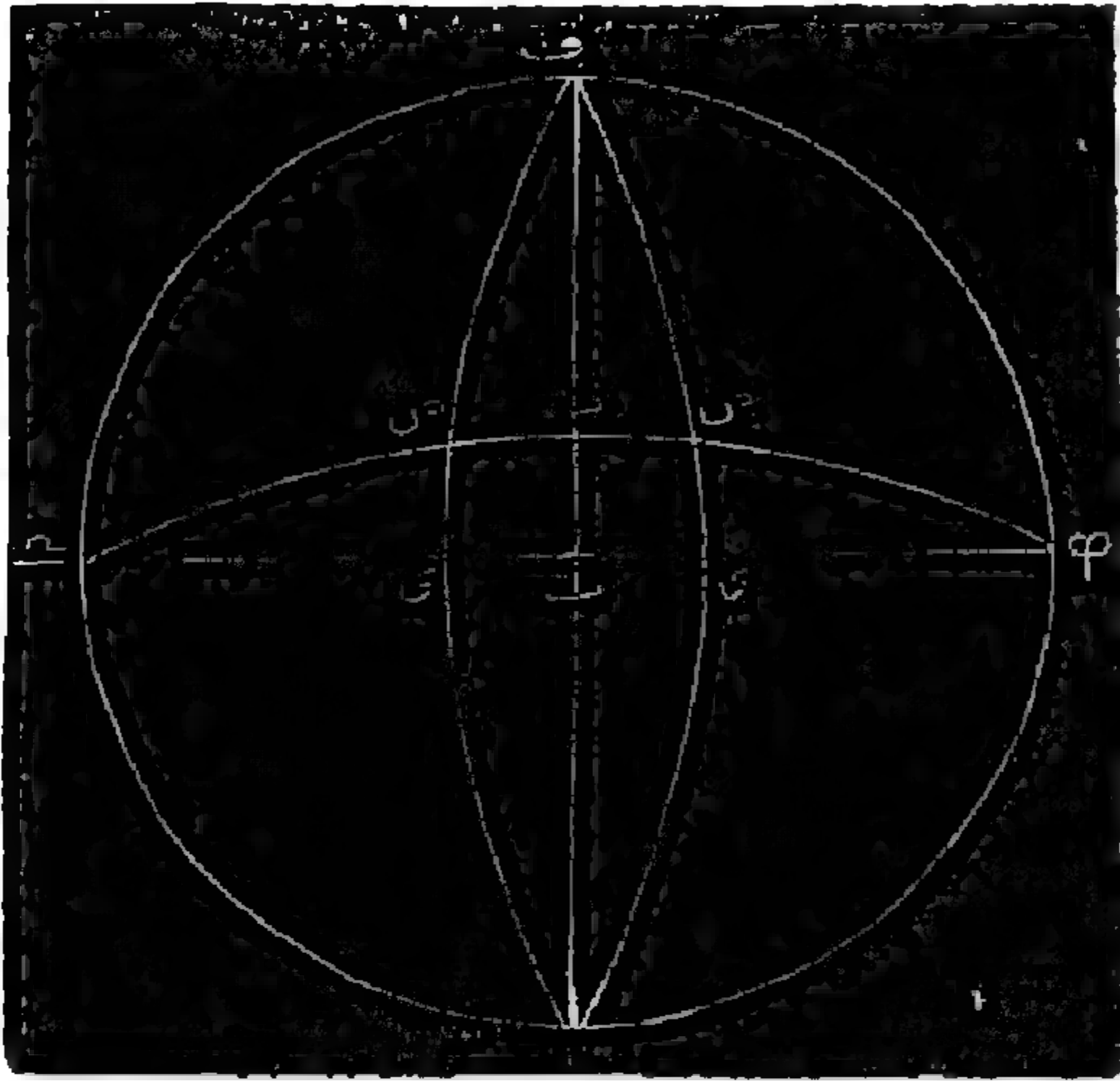
حركاتها بين الاعتدال الخريفي والربيعي اسرع من حركاتها بين الربيعي والخريفي والفرق بين المديتين هو ٨ ايام تقريباً وبالتدقيق ١٧ ايام ١٧" وذلك يتضح من شكل ١٦

لتكن ش الشمس واي ب طريق الارض حول الشمس و ا موضع الارض وهي في نقطة الرأس وب مكانها وهي في نقطة الذنب وي ي ي مواقع مختلفة للارض في فلكها بين البروج كما كانت تدرى لو نظير اليها من

الشمس فتى كانت عند ي مثلاً قيل انها في برج الحمل وفي حركتها من ي الى ي تمر في برج الثور الى برج الجوزاء وتمر الشمس في الميزان والعقرب والرامي الخ لناظر اليها من الارض وحركة الارض من الحمل الى الميزان اسرع من حركتها من الميزان الى الحمل كما سيأتي بيانه وفي هذا العصر هي في نقطة الرأس متى كانت في برج السرطان اي ٩٩° ٣٠' ٢٩" من الاعتدال الربيعي وتمر الارض بذلك البرج في اوائل كانون الثاني

(٦٠) هذا من جهة عدم مساواة حركة الارض في طريقها حول الشمس ولو كانت تلك الحركة متساوية لما حصل من ذلك تساوي الايام الشمسية لان الوقت انما يحسب على خط الاستواء وقد تقدم ان دائرة البروج اي طريق الارض حول الشمس مائلة على خط الاستواء فلو تحركت الارض بالتساوي في دائرة البروج لكانت تقطع اقواساً غير متساوية من خط الاستواء كما ترى من

الكنة ان اقواس الطول واقواس الصعود المستقيم هي نارة غير متساوية واخرى متساوية وتضع ذلك ايضاً من شكل ١٧ ليكن حمل ميزان خط الاستواء وحملت ميزان دائرة البروج وفي في دائرتين من دوائر نصف النهار تلاقيمان الشمس في ص وص فاقوس حمل ص < حمل ي وحملت = حمل ت لان كل واحدة منهما ربع دائرة اي ٩٠ وحمل ص ميزان = حمل ي ميزان لان كل واحدة منها ١٨٠ اية نصف دائرة وص ميزان < ي ميزان فتكون حمل ص > حمل ي اي اقواس الطول احياناً اطول من اقواس الصعود المستقيم واحياناً اقصر منها واحياناً متساوية لها فكان يختلف اليوم الشمسي من ذلك ولو كانت حركة الارض على التساوي



شكل ١٧

(٦١) نرى مما سبق انه اذا عرفنا الصعود المستقيم للشمس الحقيقية والوهمية يكون الفرق بينهما بعد تحويله الى وقت معادلة الوقت فتطرح متى سبقت الحقيقية وتضاف متى سبقت الوهمية وقد تقدم ان زمان اسرع حركة الارض بتغير ايلاك كل سنة فتتغير هذه المعادلة كل سنة ويفعل في تغيرها حركة اخرى للارض سميت الكبر فلذلك لا يمكن ان نوضع معادلات الوقت في جدول عام لكل السنين كما فعل في الاختلاف وغير بل يقتضي ان تناول هذه المعادلة من الجداول السنوية ان ضبط الساعات على المغرب غير ممكن للاسباب المذكورة آنفاً ولا يمكن ان تُضبط ساعة للوقت الظاهر مما كان المحط المعول عليه لانه يقتضي لها ان تسرع نارة وتبطوا اخرى بل الأولى ضبط الساعات للوقت الاوسط

في فرانساً كان الاعتماد على الوقت الظاهر الى سنة ١٨١٦ ولم تنفق ساعنان من ساعاتهم وقتاً. حكى الفيلسوف اراكوفال اخبره من الفيلسوف الشهير معلم الهيئة دي لامبرانه كثيراً ما رأى ساعات الابنية المشاعة تختلف ٣٠ دقيقة بعضها عن بعض وعند ما قصدوا التغير من الاعتماد على الوقت الظاهر للاعتماد على الوقت الاوسط لم ير ض رئيس ضباط باريس ان يختم الامر بذلك خوف الهيجان بين الشعب ولكنه لم يحدث شيء من ذلك ولم ينسراحداً اكثر من الساعنيين لانه على الترتيب القديم لم يمكنهم ان يضبطوا الساعات فكانوا دائماً تحت لوم المشتريين ولم يستطيعوا ان يقنعوهم بان العلة في الشمس ولا في ساعاتهم



(٦٢) ان استعملنا الوقت من مراقبة الشمس بواسطة وقوع خيال جسم عمودي على سطح الافق على خط مرسوم شمالاً وجنوباً يكون لنا من ذلك الوقت الظاهر ثم نحوله الى وقت اوسط باضافة معادلة الوقت او طرحها حسب مقتضى يومنا

(٦٣) ان عند علماء الهيئة نوعاً آخر من الوقت سمي الوقت النجى وهو محسوب من لحظة وصول الاعتدال الربيعي الى الهاجرة ويحسب من ٠ الى ٢٤ ساعة فلو قيل مثلاً ان جرماً يطلع او يغيب او يصل الى خط نصف النهار في الساعة الثالثة من الوقت النجى لكان المراد ان ذلك يحدث ثلاث ساعات بعد مرور الاعتدال الربيعي بهاجرتنا

ثم اذا حسبنا اليوم النجى اي  $٨٦١٦٤^{\circ} ٠٩'$  واحداً وانقسم على ذلك اليوم الشمسي اي  $٨٦٤٠٠$  يكون اليوم الشمسي  $٠٠٢٧٣٧٩١$  من يوم نجى وفضلتها اي  $٠٠٢٧٣٧٩١ - ٠٠٢٧٣٧٩١ = ٠٠٢٧٣٧٩١$  وقت نجى فضلة اليوم الشمسي الاوسط واليوم النجى

ثم  $٢٤^{\circ} ٢٠' ٥٦''$   $١^{\circ} ٨٥٦٥٠' ٩''$  = مبادرة اليوم النجى على اليوم الشمسي في ساعة واحدة لاجل التسهيل وضعت الجدول السابع للدلالة على اكتساب اليوم النجى على الشمسي لكل ساعة ودقيقة وثانية وقت شمسي اوسط

### في الحساب السنوي

(٦٤) ان مدة دوران الشمس من نجم الى ان تعود اليه ايضاً هي سنة نجمية وطولها  $٣٦٥$  يوماً  $٩^{\circ} ٦' ٩''$  ومدة دوران الشمس من الاعتدال الربيعي الى ان تعود اليه ايضاً هي السنة الشمسية وطولها  $٣٦٥$  يوماً  $٥^{\circ} ٤٨' ٧''$  وذلك لان الاعتدالين يتفقان كل سنة من الشرق الى الغرب  $٥٠^{\circ} ٢'$  فتبكر الشمس بالعود الى الاعتدال بما يلزمها للورور على قوس  $٥٠^{\circ} ٢'$  اي  $٣٠^{\circ} ٩' ١٩''$  فضلة السنة النجمية والشمسية وبسبب اضطراب في مبادرة الاعتدال من قبل فعل السيارات لا يتفقان على التساوي في كل وقت فيتغير طول السنة الشمسية وهي الآن تقصر  $٥٤٥$  ثواني كل مئة سنة وسياتي ذكر كل ذلك مفصلاً

كذلك الخط الموصل بين نقطة الراس والذنب يتحرك من الغرب الى الشرق  $١١^{\circ} ٧٧٨'$  كل سنة فمدة دوران الشمس من نقطة الراس الى ان تعود اليه ايضاً طول من سنة نجمية لان تلك النقطة قد انتقلت غرباً وفضلتها مدة مرور الشمس على  $١١^{\circ} ٧٧٨'$  اي  $٣٩^{\circ} ٧' ٤''$  فتكون السنة هذه  $٣٦٥$  يوماً  $٦^{\circ} ١٣' ٤٩'' = ٣٦٥^{\circ} ٢٥٩٥٩٨١$  يوماً من الايام الشمسية المعتدلة وهذه السنة نعرف بالسنة الوسطى كما سياتي في محله

(٦٥) ان القدماء استعملوا السنة بواسطة علم عمودي على سطح مستوي بوازي سطح الافق



## الحساب السنوي

٤١

ومرسوم عليه خط مستقيم يوافق الماجرة فيوم الظل الاقصر هو يوم المدار الصيفي والمدة بين يومي الظل الاقصر في السنة الشمسية وبما انهم وجدوها ٢٦٥ يوماً اعتمدوا على ذلك مع ان تلك المدة اقصر من السنة الحقيقية ست ساعات فوق خلل في الحساب لانه اذا وقع المدار الصيفي على ٢١ حزيران في سنة فبعد اربع سنين يقع على الثاني والعشرين وبعد اربع سنين آخر على الثالث والعشرين وهم جراً وفي الزمان القديم لاحظ اهل ثيبا في بلاد مصر لزوم اصلاح الحساب السنوي بسبب هذا الخلل اي ان تحسب السنة ٢٦٥ يوماً وست ساعات اما هيرخوس فوجد ان اضافة ست ساعات الى السنة هي اكثر من اللازم بربع دقائق و٤٨ ثانية (٤٨' ٤'') اما الباطني فحسب الزيادة عما يلزم ٤٨' ٨'' وهذه قائمة ما اعتمد عليه في اعصار مختلفة من الزمان القديم الى الوقت الحاضر

| يوم | س | د  | ث      |                   |
|-----|---|----|--------|-------------------|
| ٢٦٥ | ٠ | ٠  | ٠      | المصري القديم     |
| "   | ٦ | ١٨ | ٥٧     | اكيمنون وميتون    |
| "   | ٦ | ٠  | ٠      | كلبوس وغيره       |
| "   | ٥ | ٥٥ | ١٢     | هيرخوس            |
| "   | ٥ | ٥٠ | ٢٠     | الهنود            |
| "   | ٥ | ٤٦ | ٢٤     | الباطني           |
| "   | ٥ | ٤٩ | ١٦     | الفنسيوس سنة ١٢٥٢ |
| "   | ٥ | ٤٨ | ٥٠     | ولتر              |
| "   | ٥ | ٤٩ | ٦      | كوبرنيكوس ١٥٤٢    |
| "   | ٥ | ٤٨ | ٤٥ ١/٢ | نيخوبراهي ١٦٠٢    |
| "   | ٥ | ٤٨ | ٥٧ ٦   | كبلر              |
| "   | ٥ | ٤٨ | ٥٢ ٤   | كاسيني ١٧٤٢       |
| "   | ٥ | ٤٨ | ٥٧ ٥   | فلمستيد           |
| "   | ٥ | ٤٨ | ٥٤ ٨   | هالي              |
| "   | ٥ | ٤٨ | ٤٩     | لاكائل            |
| "   | ٥ | ٤٨ | ٥١ ٦   | دي لامبر          |
| "   | ٥ | ٤٨ | ٤٩ ٧   | لاپلاس            |
| "   | ٥ | ٤٨ | ٤٧ ٨   | بسل               |

(٦٦) ان ايام السنة الشمسية في ايام صحيحة وكسر يوم اي  $٢٦٥'٢٤١٢٤١٤$  يوماً وفي ١٠٠ سنة (اذا حسبنا السنة ٢٦٥ يوماً)  $٢٦٥٠٠$  يوم وذلك يتصر عن ٢٦٥ دوران للشمس بمقدار ٢٤ يوماً. ولاصلاح هذا الخل نهض يوليوس قيصر بمساعدة الخيم المصري سوبجينوس و اضاف يوماً واحداً الى شهر شباط كل سنة رابعة وسميت كل سنة رابعة كيسة وفي الاعتماد على ذلك الى اواخر القرن السادس عشر مع ان فيه خطأ  $١١'٢٩'٨$  اي  $٠.٠٧٧٨$  من اليوم كل سنة اي يوم كامل كل ١٢٩ سنة واكثر من ٧ ايام كل ١٠٠٠ سنة وفي ايام سوبجينوس المذكور وقع الاعتدال الربيعي في ٢٥ آذار ثم في سنة ٢٢٥ بم حكم الجمع النيفاوي بان يوم الاعتدال الربيعي يُحسب الحادي والعشرين من شهر آذار لاجل اصلاح الخطا المتزايد منذ عصر يوليوس قيصر ومن ثم الى سنة ١٥٨٢ بلغ الخطا ١٠ ايام بسبب الزيادة المشار اليها اي صار الاعتدال الربيعي في ١١ آذار فحكم البابا غريغوريوس الثالث عشر باسقاط عشرة ايام من تلك السنة من شهر تشرين الاول فحسبوا اليوم الخامس منه اليوم الخامس عشر ولتلا يعود الخطا اعتماداً على هذه القاعدة

كل سنة لا تنقسم على ٤ بدون باقي تُحسب لها ٢٦٥ يوماً وكل سنة تنقسم على ٤ ولا تنقسم على ١٠٠ بدون باقي تحسب لها ٢٦٦ يوماً وكل سنة تنقسم على ١٠٠ ولا تنقسم على ٤٠٠ تحسب لها ٢٦٥ يوماً وكل سنة تنقسم على ٤٠٠ تحسب لها ٢٦٦ يوماً

مثال ١٨٢٨ لا تنقسم على ٤ فلها ٢٦٥ يوماً اما ١٨٤٠ فكيسة ولو حُسبت كل سنة رابعة كيسة لاختلف الحساب يوماً كاملاً في كل ١٢٩ سنة كما تقدم فيحسب لكل سنة مئة ٢٦٥ يوماً فيكون قد انقطع ذلك اليوم من المئة السنة والواجب ان يُقطع في اليوم فقط فيختلف الحساب بذلك يوماً في ٤٠٠ سنة ولذلك تُحسب كل سنة ٤٠ كيسة وعلى هذا الاسلوب يختلف الحساب اقل من يوم في ٤٢٢٧ سنة ثم ان حُسب ٢٦٥ يوماً لكل سنة تنقسم على ٤٠٠٠ لا يختلف الحساب باكثر من يوم واحد في ١٠٠٠٠ سنة

الدور الشمسي هو مدة ٢٨ سنة يوليوسية اي  $٢٨ \times ٣٥٦٥٢٥$  وفي كل دور شمسي توافق ايام الاسابيع ايام الشهور التي وافقتها قبل ٢٨ سنة. لان ٤ سنين يوليوسية = ١٤٦١ يوماً وهذا العدد ليس هو عدداً لسبعة بل  $٧ \times ٤ = ٢٨$  فهي عدداً لسبعة وعند الميلاد كان قد مضى من هذا الدور ٩ سنين فلجل استعمال الدور الشمسي اُضيف الى السنة ٩ واقسم على ٢٨ فالخارج عدد الادوار في التاريخ الميلادي والباقي موقع السنة في الدور. مثاله لاستعلام موقع ١٨١٤ في الدور الشمسي  $١٨٧٤ + ٩ = ١٨٨٣ + ٢٨ = ٦٧$  ويبقى ٧ ففي السنة السابعة من الدور الشمسي

الدور القمري ١٩ سنة او ٢٢٥ دورة قمرية ويفرق عن ١٩ سنة يوليوسية ساعة ونصف ساعة تقريباً

كما سيأتي في الكلام عن القمر

دور التصريح (Indiction) مدة ٥ سنة عيَّن بها الملك قسطنطين عوضاً عن الأولياد اليوناني على زعم البعض . والبابا غريغوريوس السابع عيَّن اليوم الأول من سنة ٢١٢ مسيحية محطاً فعلي ذلك كانت السنة الأولى المسيحية الرابعة من دور التصريح بالتقهر ولاستعلام موقع سنة في هذا الدور اضف اليها ٢ واقسم المجتمع على ١٥ فالباقي موقع السنة في الدور

مثاله موقع سنة ١٨٧٤ في هذا الدور  $1874 = 2 + 1872 = 10 + 120$  ويبقى ٢ فهي الثانية في الدور وان لم يبق باقي فهي الخامسة عشرة

$7980 = 15 \times 12 \times 28$  فهي الدور اليوليوسي وعدد مرورها تعود ادوار الشمس والقمر والتصريح على اتفاق كما كانت في أوله وهو بحسب من ٤٧١٢ ق م من أول كانون الثاني من تلك السنة . فالدور التاريخي الذي اليه تحول كل الحوادث هي ١ ك سنة ٤٧١٢ ق م الظهر لهاجرة اسكندرية مصر لان بطليموس اعتمد على تلك الهاجرة قاعدة لكل حساباته

(٦٧) ان هذا الاصلاح قبل عموماً في الغرب ولم يقبل في روسيا والشرق وقد بلغ الفرق بين الحسابين ١٢ يوماً تقريباً وان بقي الامر على ما هو فيحسب اهل الشرق سنة ١٩٠٠ كييسة واهل الغرب يحسبونها اعياداً فيصير الفرق بينهم ١٢ يوماً وعلى هذا الاسلوب يزيد الاختلاف بين الحسابين يوماً كل قرن

(٦٨) ان طُلب تحويل الحساب الشرقي الى الحساب الغربي فاطرح من الاول يوم لكل ١٢٩ سنة من سنة ٢٢٥ فصاعداً لان الفرق ١١' ٢٩" يبلغ الى يوم كامل في ١٢٩' ٢٦ سنة السنة الاعتيادية تنتهي في اليوم من ابام الاسبوع الذي ابتدأت عليه والكييسة تنتهي يوماً واحداً بعد الذي ابتدأت به

(٦٩) ان اختلاف هذه الحسابات السنوية قلما ياتر في المراقبات الفلكية القديمة اذ يعرف وقت حدوث خسوف مثلاً في الماضي كما يعرف في المستقبل فان اخبرنا التاريخ بمحادثة مقرونة عند حدوثها بكسوف الشمس او خسوف القمر في سنة ما من اي حساب كان فيحسب وقت وقوع ذلك الخسوف بموجب حسابنا فيستعلم من ذلك وقت وقوع الحادثة التاريخية بالتدقيق التام لاجل تسهيل تحويل الوقت الاوسط الى وقت نجمي قد وُضِع الجدول الثامن وللعكس الجدول

التاسع

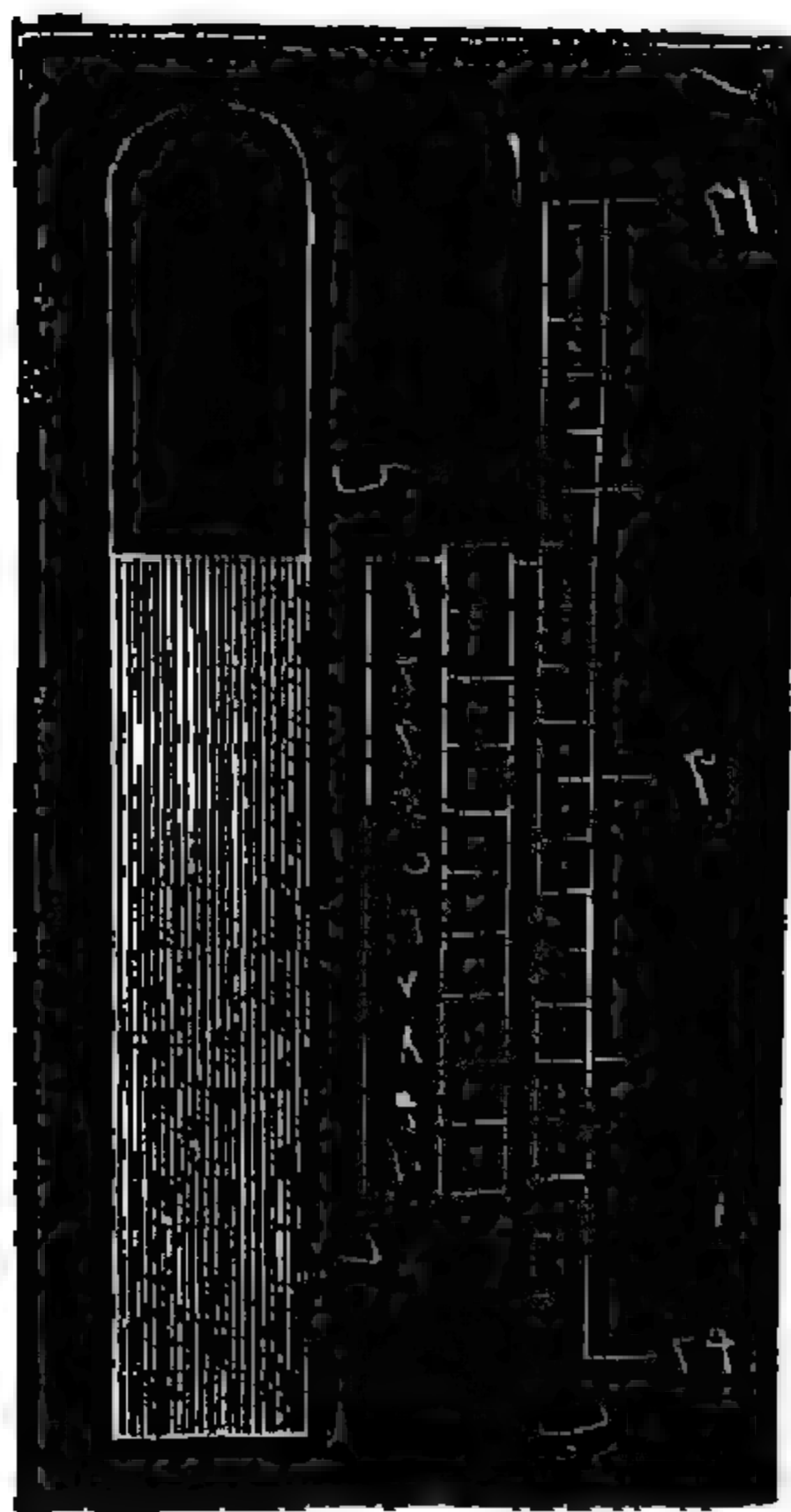


## الفصل الخامس

في بعض آلات الرصد وبعض العمليات والعرض وهيئة الأرض وكتافتها

تنبيه. ان اكثر هذا الفصل يتعلق بالنسب العملي وانما ادخلناه هنا ايضاحاً لما ياتي  
(٧٠) ان الآلات استعملت اولاً لرصد الاجرام السماوية في مدرسة الاسكندرية ق م ٢٠٠  
وفي القرن السادس عشر استنبط فيجوربراهي من دنيا ركة بعض الآلات لقياس الزوايا تقاس بها  
زاوية ١٠ وذلك بدون معرفة النظارة وفي ذلك العصر استنبط معلو هذا الفن آلات تقاس بها  
زاوية ١٠ وبقياسات ثانوية يتيسر زاوية ١/٢ ثانية والامر واضح ان الثانية على آلة هي صغيرة جداً  
جداً فان كانت القوس التي تقاس بها الزاوية قطرها قدم واحد فلنا  $\frac{12 \times 3614109}{27} = \frac{1}{1.1}$  قيراط  
لدرجة واحدة فتكون دقيقة واحدة  $\frac{1}{60 \times 1.1} = \frac{1}{66}$  من القيراط وثانية  $\frac{1}{3600}$  من القيراط ولا يمكن  
ان تكرر القسمة الى هذا الحد الا في اقواس دوائر كبيرة فدائرة قطرها ٢٠ قدماً تكون الدرجة على  
محيطها قيراطين ودقيقة واحدة  $\frac{1}{180}$  من القيراط والثانية  $\frac{1}{1800}$  من القيراط

(٧١) يتضح مما تقدم انه لا يمكن انقسام الاقواس لقياس الزوايا الى اصغر من دقائق وفي  
الآلات الصغار لا تقسم الى اصغر من ١٠ والزوايا التي هي اصغر من تلك تقاس بواسطة قياس ثانوي  
مركب على جانب اقسام القوس الاصلية وقد سمي هذا المقياس الثانوي المدقق  
(٧٢) ان كيفية استعمال المدقق يتضح من النظر اليه في البارومتر

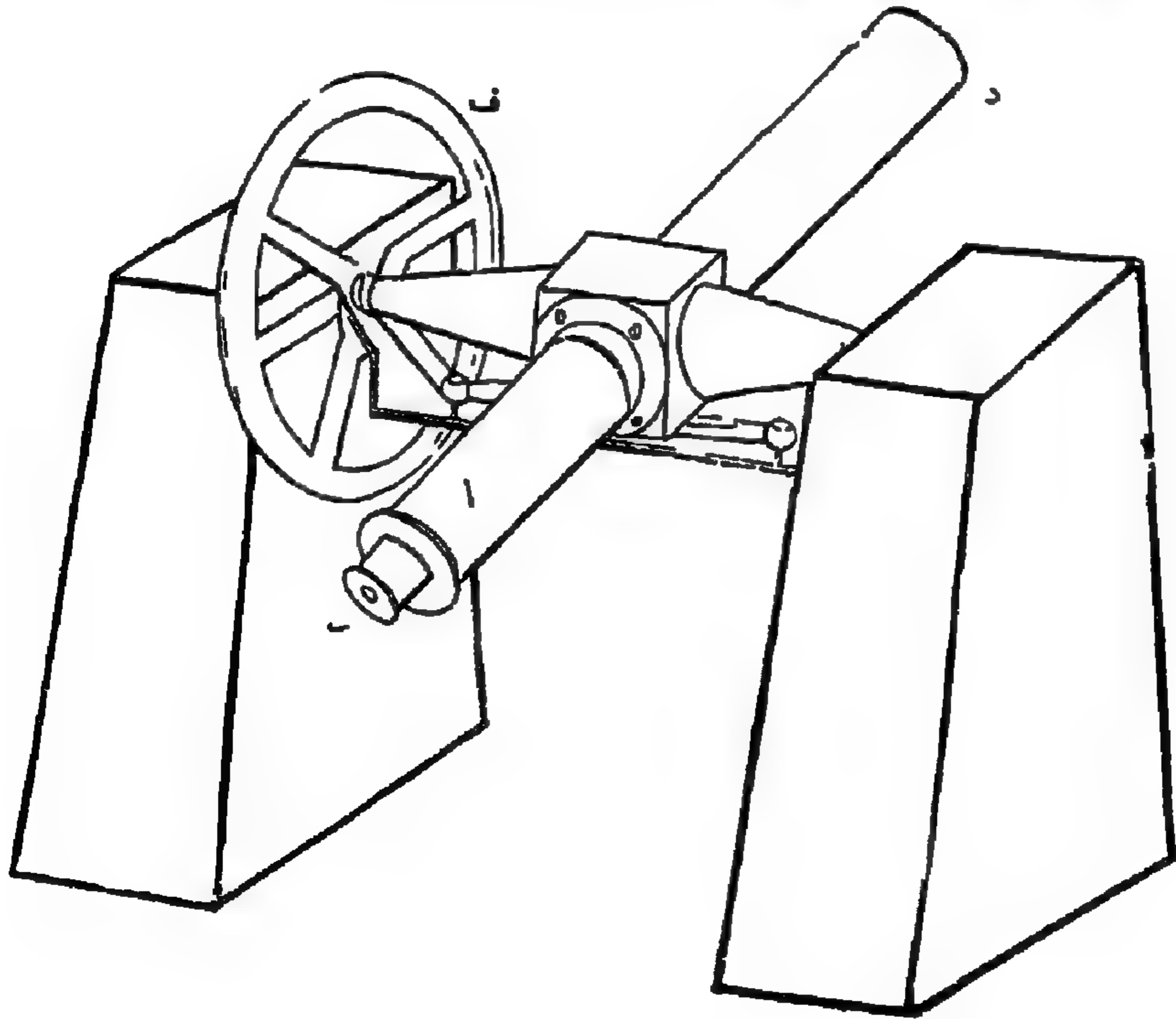


شكل ١٨

ليكن اب (شكل ١٨) القياس الاصيل منسوماً الى قراريط  
واعشار القيراط وليكن سد المدقق ولتكن عشرة اقسام على المدقق  
 $= 11$  قسماً على الاصيل فتري الزبيق على ٢٠ قيراطاً وثلاثة اعشار  
وزيادة ومقدار هذه الزيادة يعرف من النظر الى اقسام المدقق فتري  
القسم اثنان منه يقابل قسماً من الاصيل فان كسب المدقق قسماً في  
عشرة اقسام تكون اقسامه اصغر من اقسام الاصيل بعشر من قسم  
واحد فيكسب في ثمانية اقسام ثمانية اجزاء من عشر فيكون الزبيق  
على ٢٠ ٠٢٠ و ١٨ اعشار العشري ٠٠٨ فالزبيق على ٢٠ و ٢٨ ٠  
وهكذا لو كانت اقسام المدقق اصغر من اقسام الاصيل حتى يخسر  
قسماً في كل عشرة اقسام

(٧٣) ان الآلات الأكثر استعمالاً في نظارة العبور مع ساعتها والدائرة المحاطية والسدس واكثر المرافقات تجري عند وصول الاجرام السماوية الى خط نصف النهار لانه حينئذ يكون الاختلاف والانكسار على اقلها ويكون الجرم في اعلى ارتفاعه فوق الافق ومن ارتفاعه يُعرف بعدة عن سمت الراس وميله وان ضبطت الساعة للوقت النجى اسيه ان تدل على . . . متى كان الاعتدال الربيعي على خط نصف النهار فتدل الساعة على الصعود المستقيم لكل جرم يصل الى خط نصف النهار فيراقب وصول الاجرام الى ذلك المخطط فيحسب من ذلك الطول والعرض السمويين واشياء أخرى كثيرة وجانب كبير من الحسابات الفلكية راجع الى وقت وصول الاجرام الى خط نصف النهار وقتاً نجياً

(٧٤) الآلة التي بها يُعرف وصول جرم الى خط نصف النهار سُميت نظارة العبور واجزاؤها الأكثر اعتباراً تُعرف من شكل ١٩ وهي نظارة تدور في سطح دائرة خط نصف النهار وطرفا محورها مستندان على حائطين ثابتين حتى لا تنزعزق اقل تززع واجزاؤها مصنوعة على غاية التدقيق فاذا أُحكمت في سطح دائرة خط نصف النهار لا تزوغ عنه البتة



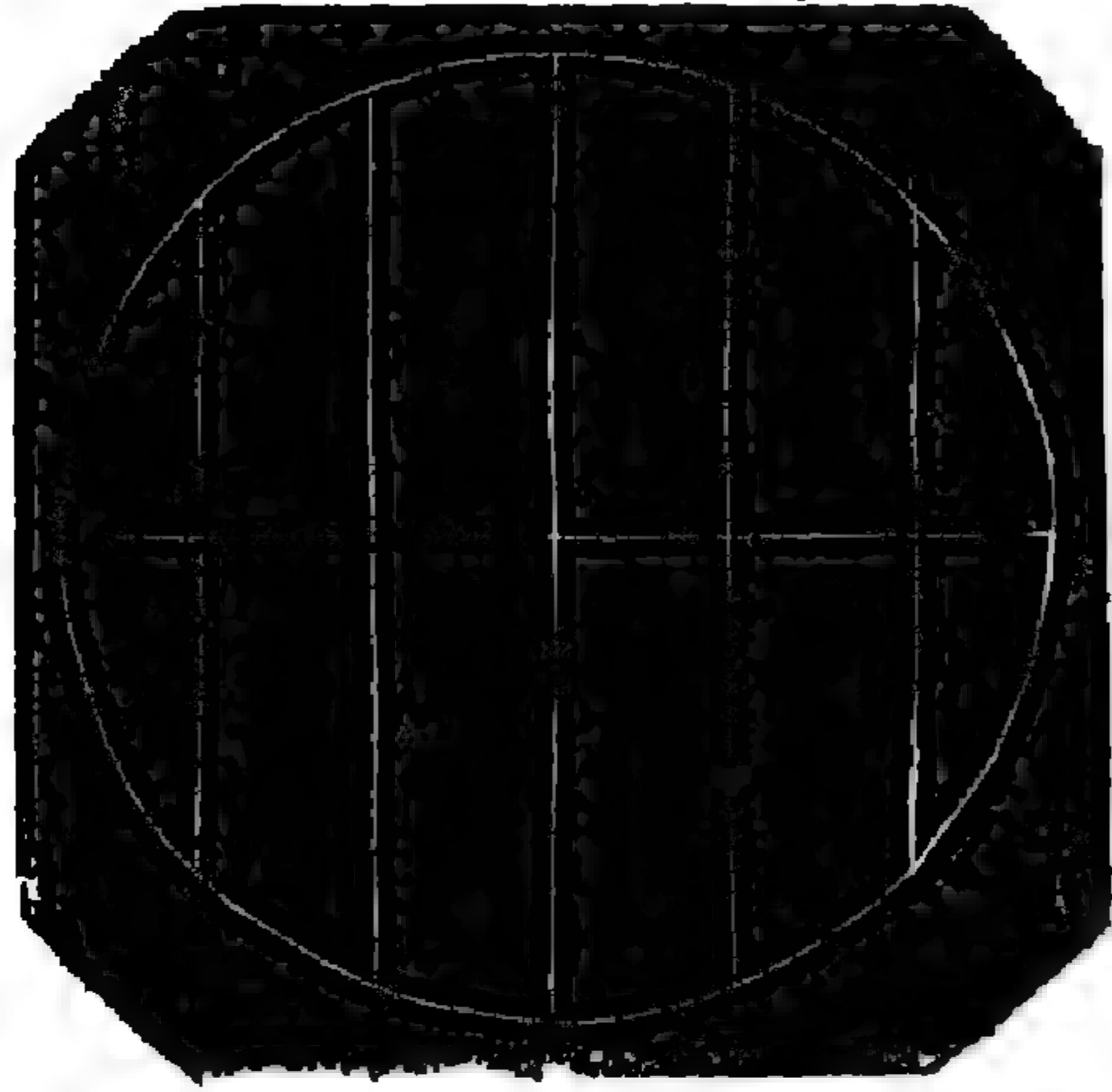
شكل ١٩

(٧٥) تُضبط النظارة في سطح دائرة خط نصف النهار بتوجيهها الى نجم القطب واحكامها حتى نصير المنة بين تكبده الاعلى والاسفل تعدل المنة بين تكبده الاسفل والاعلى ويكرر العمل بمراقبة



التكبد الأعلى والأسفل لعدة من الخُصَّان ولضبطها طرق أخرى سيأتي ذكرها في القسم العملي إن شاء الله

(٧٦) خط التسديد هو الخط الموصل بين مركز بلورة الشيح د ومركز بلورة العين ب وهو



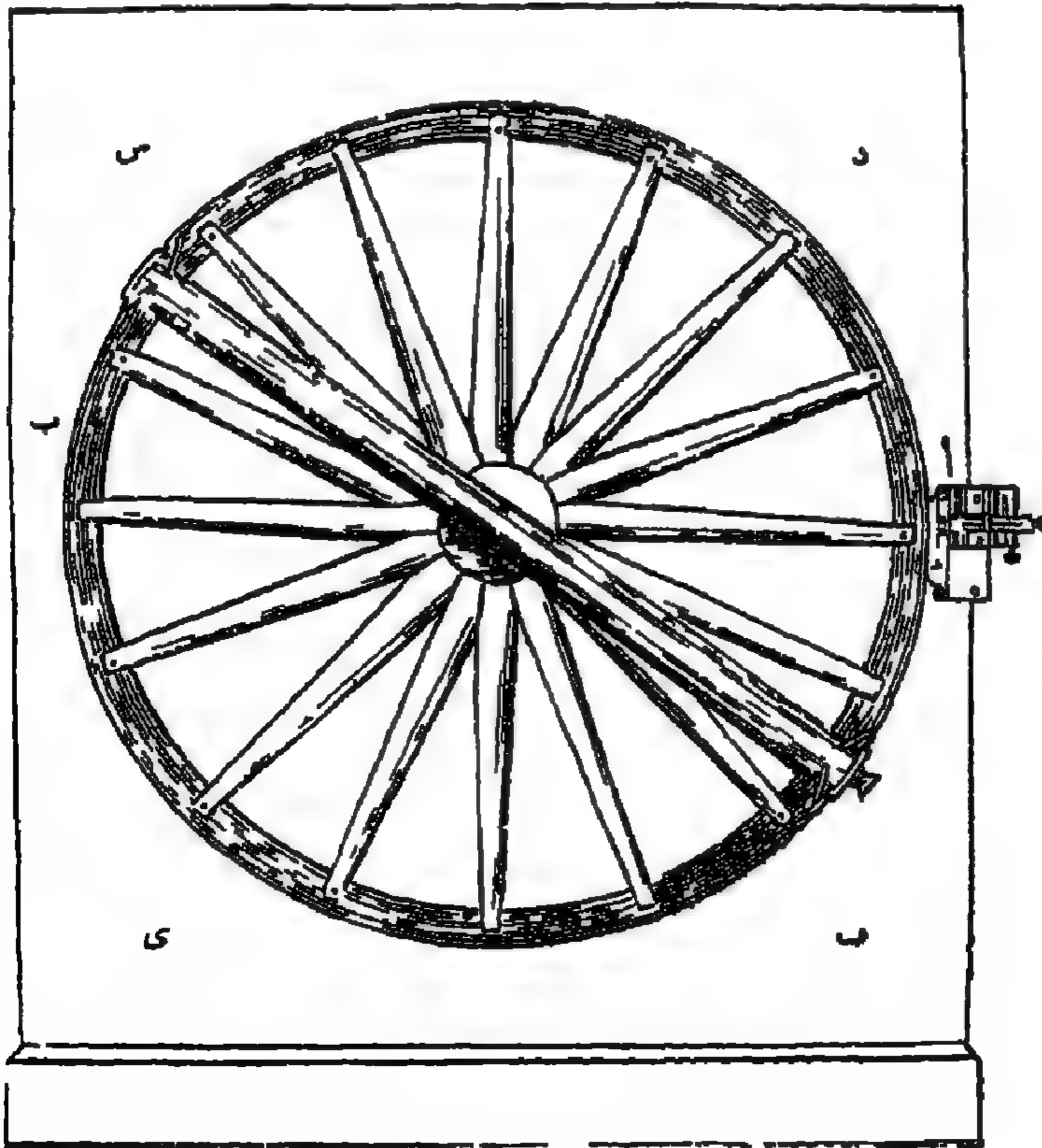
شكل ٢٠

يتحرك في سطح دائرة خط نصف النهار إذا كانت الآلة على ما ينبغي من الضبط. وفي نقطة احتراق بلورة العين بعض الشعرات تنقسم بها بلورة الشيح إلى أقسام متساوية كما في (شكل ٢٠) فإذا عينا وقت وصول جرم إلى كل واحدة منها ثم أخذنا معدّل الجميع يكون لنا وقت وصوله إلى الوسطى أي إلى خط نصف النهار تمامًا

(٧٧) الساعة الفلكية تُضبط للوقت النجمي

فتنقسم مرور نجم من نقطة إلى أخرى وكل ١٥ ساعة

واحدة ولا تعلق بينها وبين وقت النهار فإن رأينا ساعة المرصد على ٢٠٥ أو على ٢٢١١٢ مثلاً



شكل ٢١

فذلك يدل على الوقت المار منذ كان الاعتدال الربيعي على خط نصف النهار وعد وصول نجم



الى ذلك الخط تدل الساعة على صعوده المستقيم  
(٧٨) الساعة تراقب نظارة العبور ابداً وكل واحدة منها تعين على ضبط الاخرى وقد بلغ  
امل صناعة الساعات الى مهارة عظيمة في اصطناعها ولكن مع ذلك يجب ان تقابل على الساعة  
الطبيعية اي الملك عدة مرات كل يوم

(٧٩) الدائرة العمودية ف على نظارة العبور تقاس عليها افواس الارتفاع اي افواس من  
خط نصف النهار واذ لا يدفق في قياسها لصغر دائرتها يُعتمد على ما سمي الدائرة الحائطية  
(شكل ٢١) وهي دائرة كبيرة قطرها ١٠ اقدام او ١٢ قدماً مرتكزة على جانب حائط متين محيطها  
مقسوم الى اقسام كل قسم اوه حسب محيط الدائرة ولها ست نظارات صغار عند س دي ف اب  
واحياناً يستعمل ربع دائرة على هذه الكيفية فيسمى الربع الحائطي فدرى ما تقدم شيئاً من العناية  
التي قاساها علماء هذا الفن لكي يحصلوا على قياسات صحيحة

(٨٠) قد رأينا ما تقدم (ع ٧٢) كيفية استعمال صعود نجم المستقيم بواسطة نظارة العبور  
والساعة واما ميلة فيستعمل بالاربع الحائطية



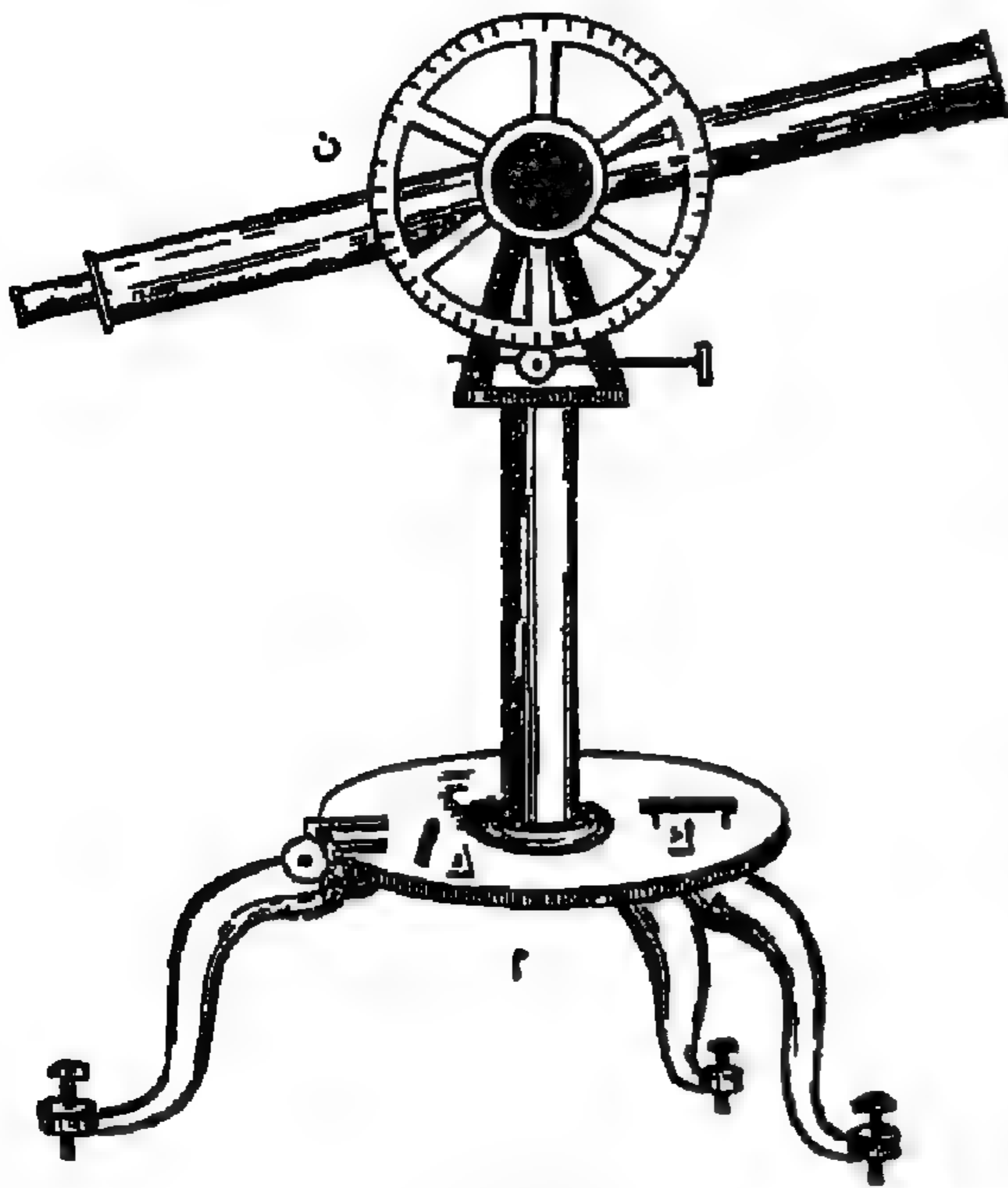
شكل ٢٢

ليكن ص (شكل ٢٢) موقع نجم فيكون ارتفاعه على  
خط نصف النهار ص ح ويستعمل الارتفاع بقياس بعد  
عن سمت الرأس ر وطرحه من ٩٠ ثم من الارتفاع اطرح  
ي ح اي متم عرض المكان فيبقى ص ي اي الميل. وان  
كان النجم اقرب الى الافق من خط الاستواء كما لو كان  
عند ص مثلاً فاطرح الارتفاع على خط نصف النهار من  
منه وعرض المكان فاكان فهو الميل او يستعمل الميل من

البعد القطبي لان  $ف ي = ٩٠$  و  $٩٠ - ف ص = ص ي =$  الميل

(٨١) يُطلب احياناً ارتفاع جرم سماوي وهو ليس على خط نصف النهار وايضاً سموتة ابيه  
بعده عن خط نصف النهار مقياساً على الافق وايضاً الزاوية الحادثة بين جرمين ولذلك قد  
اصطنعت آلة اخرى سميت نظارة السموت تتحرك في سطح متسامتة مارة سمت الرأس وبالجرم  
المرصود وايضاً في سطح يوازي سطح الافق وصورهما (شكل ٢٣) فيقاس الارتفاع على الدائرة ن  
والسموت على م ولكل رجل لولب ترتب به الآلة على سطح يوازي سطح الافق المدلول عليه بالمسهلين  
عندك وك فان كان الجرم في الافق يُعرف سموتة بالحك (انظر كتابي في التعاليم صحيفة ٢٨١  
و ٢٤٩) ولا فيحتاج الى آلة مثل هذه لاجل قياس سموتة

(٨٢) من الآلات لتياس الزوايا السدس وقد ذكر تركيبه وطرق ضبطه



شكل ٢٣

في كتابي في المساحة صحيفة ٢١٢ فليراجع  
وسوف يذكر ايضا بالتفصيل في القسم العلمي من  
هذا المؤلف

(٨٣) ان جعلنا احد الشجيين جرمًا  
سويًا والآخر الافق وقسنا الزاوية بينهما يكون  
لنا من ذلك ارتفاع الجرم فوق الافق وان كما  
في البرج حيث لا يرى الافق نستعمل افقًا من  
الزيتى او سائل آخر وننظر الى صورة الجرم فيه  
ثم نستعلم الزاوية بين الجرم وصورته في الزيتى  
ونصف تلك الزاوية هو ارتفاع الجرم فوق الافق  
(٨٤) اهم الامور في ضبط السدس خمسة

اشياء

(١) لتجعل مرآة الزند عمودية على سطح الآلة

ضع الزند على نصف القوس ثم انظر الى صورة القوس في المرآة فان كان القوس وصورته على  
استقامة واحدة كانت المرآة عمودية على سطح الآلة ولا فيجب اصلاحها باللولب على قفاها

(٢) لتجعل مرآة الافق عمودية على سطح الآلة انظر الى نجم او شبح آخر بالنظارة وحرك الزند  
حتى تمر صورته بالشبح نفسه فان تطابقا كانت عمودية ولا فيجب اصلاحها

(٣) لتجعل المرأتين متوازيتين متى كانت السبابه على صفر وضع السبابه على صفر وان تطابق  
الشبح وصورته كليًا كانتا متوازيتين ولا فيجب اصلاحها

(٤) لتجعل النظارة موازية لسطح الآلة ادير النظارة حتى تكون شعرتاها متوازيتين لسطح الآلة  
وانظر الى شبح هو وصورته متطابقان على احدى الشعرتين ثم ادير النظارة حتى يتعا على الشعرة الاخرى  
فان بقيا متطابقين كانت على ما يراد ولا فيجب اصلاحها

(٥) لاستعلام خطأ الآلة . ان الاصلاح المذكور في (٢) يرينا الشبح والصورة متطابقين  
متى كانت السبابه على صفر وان كان الخطاء قليلا ليس بواجب ان نغير الآلة بل نستعلم مقدار  
الخطاء ونطرحه او نضيفه الى ما تدل عليه السبابه حسب مقتضى الحال ويستعلم الخطاء بان نجعل  
جانب الشمس ان يمس جانب صورتها وعين ما تدل عليه السبابه ثم اجعل الصورة ان تمر على الشبح

الى ان تمس الجانب الآخر منه وعين ما تدل عليه السبابة فنصف فضلها هو الخطاء فان كانت علامة الفضلة ايجابية يجب اضافتها الى ما تدل عليه السبابة في كل رصد وان كانت سلبية فيجب طرحها

(١٥) امثلة في استعمال السدس

ارتفاع جانب الشمس الاسفل  
نصف قطر الشمس

$$\begin{array}{r} ٠٠'' ١٠' ٤٩'' \\ ٠١'' ١٥' \\ \hline ٠١'' ٢٥' ٤٩'' \end{array}$$

اطرح الانكسار - ٤٩''

$$\begin{array}{r} ٠٢'' ٢٥' ٤٩'' \\ \hline \end{array}$$

اضف الاختلاف + ٦''

ارتفاع مركز الشمس الحقيقي = ٠٨'' ٢٥' ٤٩''

بالافق الزيقي ارتفاع جانب الشمس الاعلى فوق الصورة ٠٤٧'' ٢' ١٠٠''  
نصفها = ٠٢٣'' ١' ٥٠''

$$\begin{array}{r} ٠٠'' ١٥' - \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} ٠٢٣'' ٠٤٥' ٤٩'' \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} ٠٤٨'' - \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} ٠٤٥'' ٠٤٤' ٤٩'' \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} ٠٠'' \\ \hline \end{array}$$

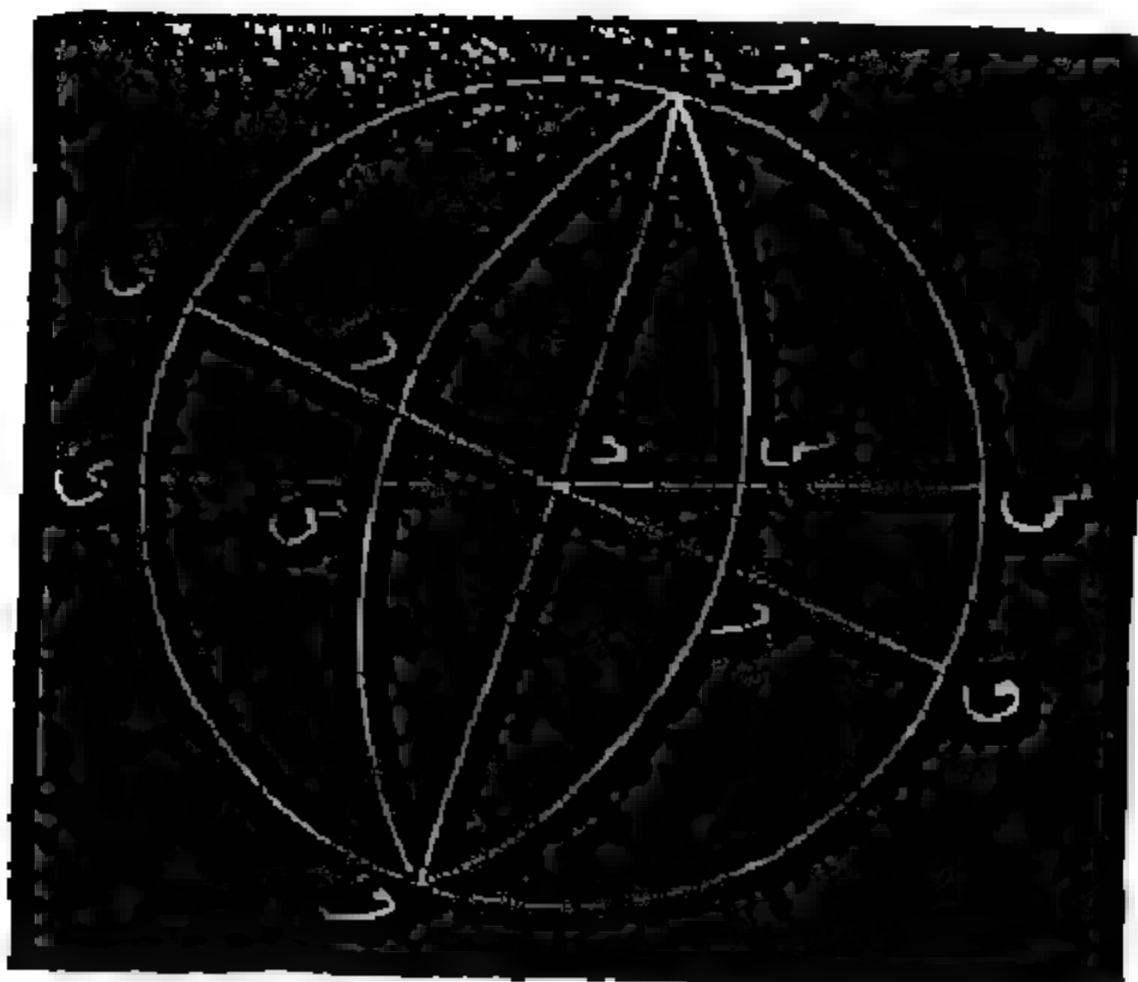
$$\begin{array}{r} ٠٥٠'' ٠٤٤' ٤٩'' \\ \hline \end{array}$$

اطرح نصف قطر الشمس

اطرح الانكسار

اضف الاختلاف

## عمليات



شكل ٢٤

(١٦) لاستعلام صعود الشمس المستقيم او ميلها او طولها او ميل دائرة البروج على خط الاستواء اذا فرض اثنين من هذه الاشياء غير المطلوب

ليكن ي ق (شكل ٢٤) خط الاستواء وي س دائرة البروج ود الاعتدال الربيعي فيكون د ر الصعود المستقيم ورص الميل ود ص اذا كان اقل من ٩٠° الطول



وص د ر ميل دائرة البروج على خط الاستواء وإذا كان الصعود المستقيم او الطول أكثر من ٩٠ فيحسب المثلث الكروي د ص ر مثلثاً متما. انظر كتابي في مساحة المثلثات الكروية صحنه ١٥٢ الخ  
مثاله. ان ميلاً مفروضاً للشمس يصح لاربعة اماكن من دائرة البروج فيجب ان نعتبر الوقت من السنة وإذا كان الصعود المستقيم أكثر من ١٨٠ كما لو كان دقي ر فيعامل المثلث ص د ر المثلث وهو قائم الزاوية عند ر فيحل بقاعدة نيبير

مثال اول. مفروض صعود الشمس المستقيم ا ب د ر ٢٦° ٤٧' ٢٢" = ٥٤° ٥' ٢٧" وميلها اي ر ص ١٩° ٢١' ٥١" مطلوب طولها وميل دائرة البروج  
حسب قاعدة نيبير في المثلث الكروي القائم الزاوية اجعل د ص الاوسط فيكون ر ص ودر  
الجزءين المتقابلين ولنا  $\frac{1}{\sin} \times \text{ن ج د ص} = \text{ن ج در} \times \text{ن ج ر ص}$  (١٩)

لاستعلام الطول د ص

$$\text{ن ج در اي} = ٥٤^\circ ٥' ٢٧'' = ٩' ٧٨٢٤١$$

$$\text{ن ج ر ص اي} = ١٩^\circ ٢١' ٥١'' = ٩' ١٧٤٧١٠$$

$$\text{ن ج د ص} = ٩' ٧٤٢٩٥١ = ٥٦^\circ ٢٤' ٢٦''$$

لاستعلام الزاوية د اجعل در الاوسط

$$\frac{1}{\sin} \times \text{ج در} = \text{ماس ر ص} \times \text{ن م د} \quad (\text{لانها زاوية})$$

$$\text{اي ن م د} = \frac{1}{\sin} \times \text{ج در}$$

(٢٠)

م ر ص

$$\text{ج در اي} = ٥٤^\circ ٥' ٢٧'' = ٩' ١٠٨٤٧٢$$

$$\text{م ر ص اي} = ١٩^\circ ٢١' ٥١'' = ٩' ٥٤٥٨٧٠$$

$$\text{ن م د} = ٩' ٢٦٢٦٠٢ = ٢٣^\circ ٠٦' ٢٧''$$

مثال ٢ مفروض ميل الشمس ٤١° ١' ٢٤" شمالاً وميل دائرة البروج ٢٣° ٢٧' ٢٢"

مطلوب صعودها المستقيم الجواب ٩° ٤٨' ١٩" = ٢٩° ٢٠' ١٣"

مثال ٣ مفروض ميل الشمس ٢١° ٢١' ٢٤" وصعودها المستقيم ١٦° ١٧' ١٨" فاهو

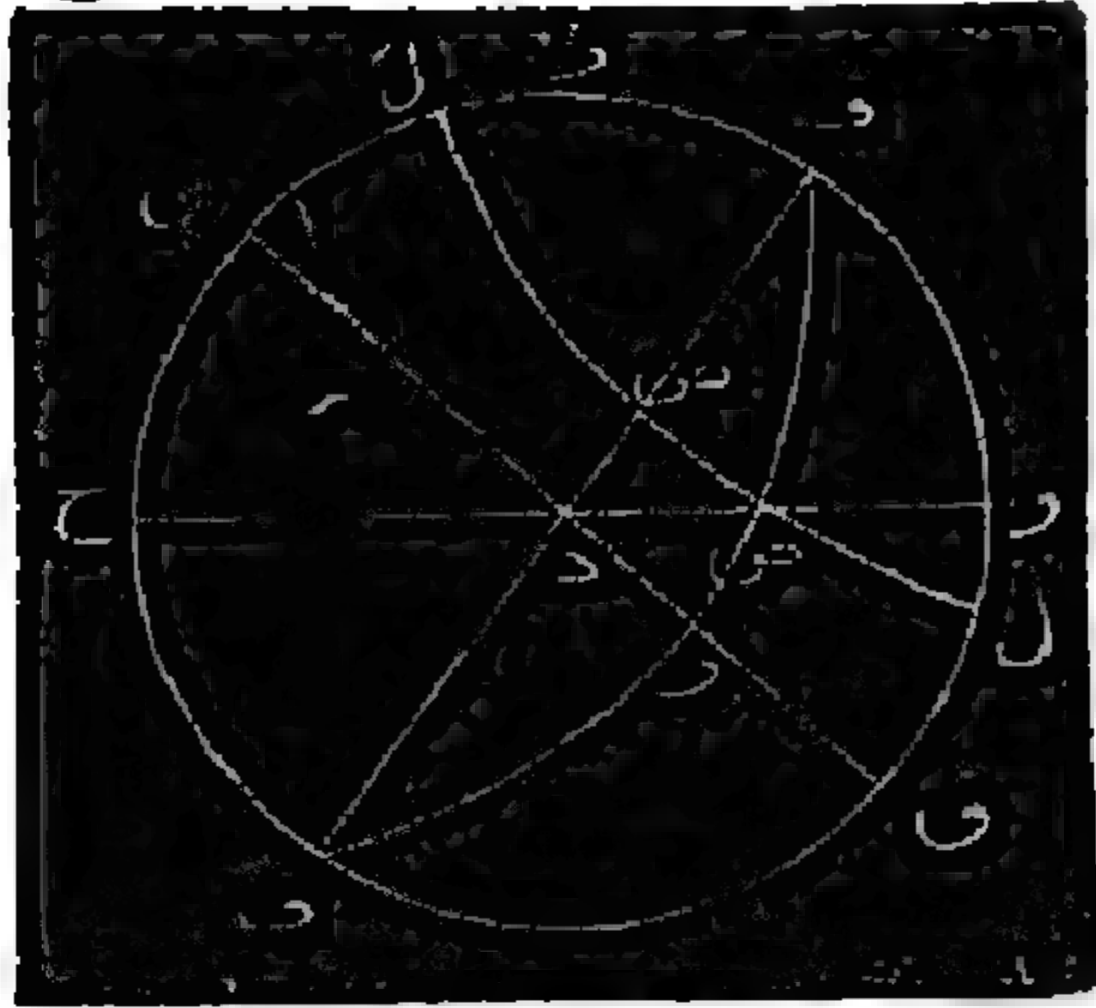
طولها الجواب ٢٤٦° ١٢' ١٩"

مثال ٤ مفروض طول الشمس ٨ ب ٧° ٤٠' ٥٦" وميل دائرة البروج ٢٣° ٢٧' ٤٢"

مطلوب صعودها المستقيم الجواب ٢٢° ٢٤' ٢٤"

(١٧) مفروض ميل الشمس وعرض المكان مطلوب وقت طلوعها وغروبها

ليكن ف ي ف (شكل ٢٥) خط نصف النهار للمكان المفروض وز سمت الرأس و ح و



شكل ٢٥

الافق و ل ل طريقة الشمس في اليوم المفروض ولتنقطع الافق في ص فيكون ي ز عرض المكان ومنه ي ح = ق و فتكون ق و اي م م العرض قياس الزاوية ود ق اوص در ورص ميل الشمس ودر اذا تحول الى وقت = فضلة وقت الطلوع والساعة السادسة بعد نصف الليل اوست ساعات قبل الظهر لانه متى وصلت الشمس الى ص تكون طالعة و ف ف

دائرة سويعة سطحها عمودي على سطح خط نصف النهار فيكون رسمها على ذلك السطح خطاً مستقيماً ف ف و اذا كان ل الظهر يكون ل نصف الليل و ل ص = ٦ ساعات والساعات تقاس على خط الاستواء ي ق فتكون در قياس وقت مرور الشمس من ص اي وقت الطلوع الى ص اي الى دائرة الساعة السادسة

ثم في المثلث القائم الزاوية در ص مفروض الميل رص والزاوية د = م م عرض المكان مطلوب در

اجعل در اوسط فتكون در و رص الجزء من المتواليين و ق خ ج در = ن م د خ م رص

$$\text{وج در} = \frac{\text{ن م د} \times \text{م رص}}{\frac{1}{2} \text{ ق}} \quad (٢١)$$

مثال اول. مطلوب وقت طلوع الشمس في ١٣° ٥٢' عرض شمالي اذا كان ميلها ٢٨° ٢٢' شمالاً

$$\text{ن م د اي } ١٣^\circ ٥٢' = ١٠^\circ ١١' ٥٧٨٦$$

$$\text{م رص } ٢٨^\circ ٢٢' = ٩^\circ ٦٤٧٦١٠٦$$

$$\text{ج در} = ٩^\circ ٧٤٨١٨٩٢ = ٢١^\circ \frac{1}{4} ٢٤' = \text{من الوقت}$$

٢١° ١٦' ١٢" اطرحتها من ٦ = ٢٥° ٤٦' ٤٢" بعد نصف الليل

(٢) مطلوب وقت طلوع الشمس في عرض شمالي ٢٢° ٤٤' ٩" وطول شرقي

$$٢٢^\circ ٢٥' = ١٢^\circ ٢٢' ٢٢" \text{ في } ٢١^\circ \text{ حيزان من سبتك هنك (خذ ميل الشمس من الجداول السنوية)}$$

(٣) كم ساعة تبقى الشمس فوق الافق في عرض شمالي ١٣° ٥٨' اذا كان ميلها ١٨° ٤٠'

$$\text{الجواب } ٢٥^\circ ٢٧' ٢٢"$$

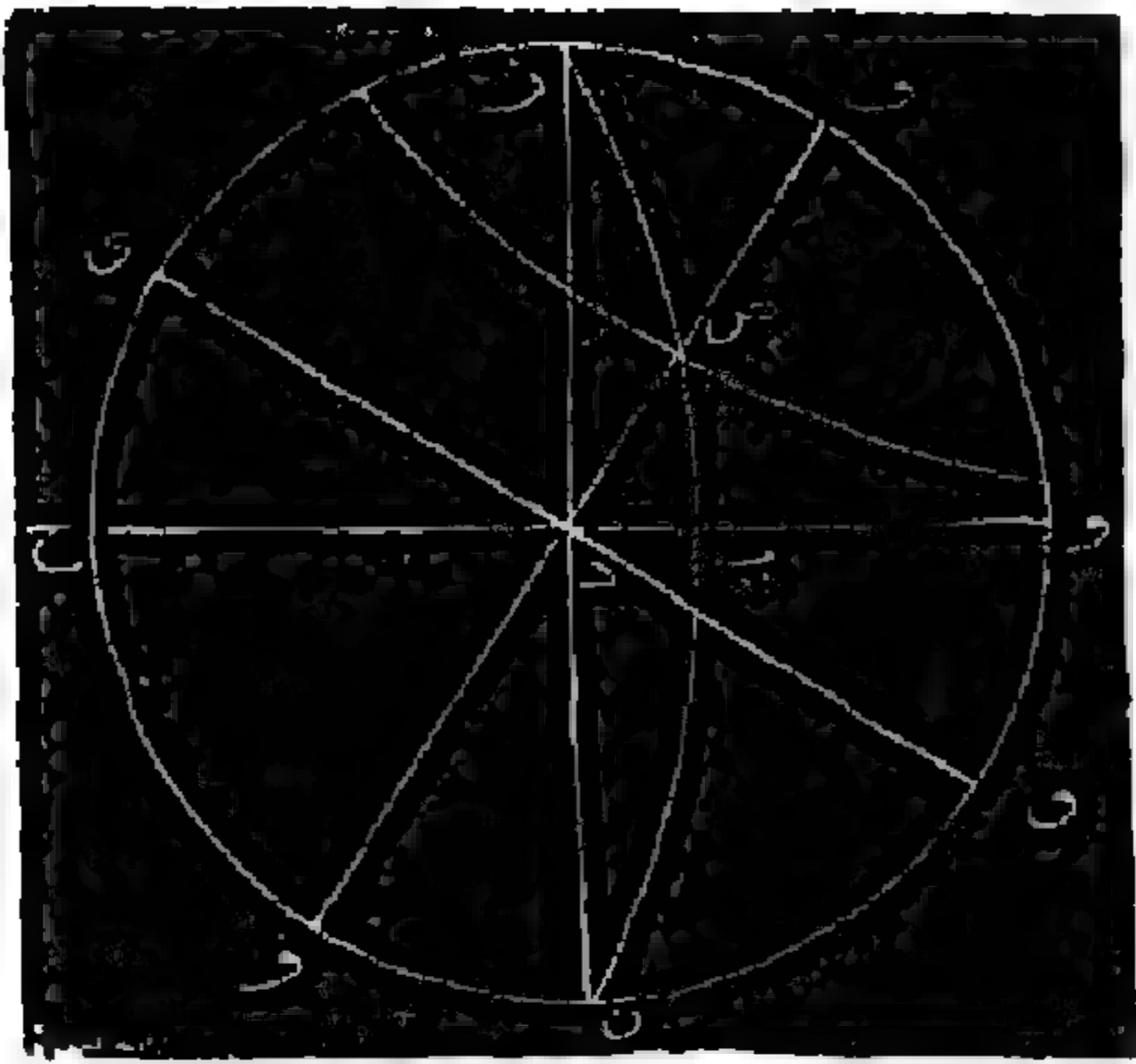
جنوباً

(٤) ما هو طول نهارك وميل الشمس ٢٣° ٢٧' ٢١" جنوبي (يطلب اولاً معرفة عرض

المكان)

(١٨) مفروض عرض المكان وميل جرم سماوي مطلوب ارتفاعه وسموته اذا كان على دائرة

الساعة السادسة



شكل ٢٦

ليكن ح ز و (شكل ٢٦) خط نصف النهار للمكان المفروض ح و الافق وص موقع الجرم على دائرة الساعة السادسة ف ص ف التي تقطع خط الاستواء في النقطة الشرقية والغربية وتكن ز ص ن الثلاثة المتسامية المارة بالجرم ثم في المثلث ص ب د القائم الزاوية مفروض د ص اي الميل والقوس وف قياس ص د ب ا ب عرض المكان مطلوب ب ص اي الارتفاع وب و ا ب السموت او د ب اي السعة وهي متم السموت

مثال اول. ما هو ارتفاع السماك الراجح وسموته متى كان على دائرة الساعة السادسة في عرض  $٥١^{\circ} ٢٨' ٤٠''$  شمالي على افتراض ميله  $٢٠^{\circ} ٦' ٥٠''$  شمالاً

$$(٢٢) \quad \begin{array}{rcl} \text{لارتفاع } \frac{1}{2} \text{ ق} \times \text{ج ب ص} & = & \text{ج د ص} \times \text{ج د} \\ \text{ج } ٢٠' ٦'' ٥٠'' & = & ١' ٥٣٦٤١٦٢ \\ \text{ج } ٥١' ٢٨' ٤٠'' & = & ١' ٨٩٣٤١٠٣ \\ \hline & = & ١' ٤٢٩٨٢٦٥ = ٢٧' ٢٦' ١٥'' \end{array}$$

لسموت  $\frac{1}{2} \text{ ق} \times \text{ن ج د} = \text{ن م ب و} \times \text{ن م د ص}$

$$(٢٣) \quad \begin{array}{rcl} \text{ن م ب و} & = & \frac{\frac{1}{2} \text{ ق} \times \text{ن ج د}}{\text{ن م د ص}} \\ & = & \frac{\text{ن ج د} \times ٥١' ٢٨' ٤٠''}{١' ٨٩٣٤١٠٣} \\ & = & ١' ٢٣٠٦١٥٧ = ٣٠' ١٢' ٨'' \end{array}$$

مثال ٢ في عرض شمالي  $٦٢^{\circ} ١٢'$  كان ارتفاع الشمس في الساعة السادسة ق  $١٨' ٢٠''$  مطلوب ميلها وسموتها

الجواب الميل  $٢٠' ٥٠' ١٢''$  ش السموت  $٧٩' ٥٦' ٤''$

(١٩) اذا كانت الشمس في الافق ترتفع فوق مكانها الحقيقي على المعدل  $٢٣'$  بالانكسار مطلوب زيادة النهار الاطول من هذا السبب



ليكن ح و (شكل ٢٧) الافق ي ق خط الاستواء م المدار الصيفي ا ر سم م ك ٢٢ تحت  
 الافق فتكون الشمس عند ص عند اول ظهورها اي ٢٢ تحت  
 الافق وفي المثلث زف ص مفروض زف م م عرض المكان  
 ز ص البعد عن سمت الراس اي ٩٠° ٢٢' و ف ص م ميل  
 الشمس اي البعد القطبي المطلوب الزاوية زف ص  
 ليكن عرض المكان ٢٢° ٤٢' ٢٠" وميل الشمس في المدار  
 الاطول ٢٢° ٢٧' ٥٧"



شكل ٢٧

فلنا زف = ١٦° ٤٠' ف ص = ٦٦° ٢٢' ز ص = ٩٠° ٢٢'

$$\frac{\frac{1}{2} \text{ ق} \times \text{ج} (\text{ص} - \text{س}) \times \text{ج} (\text{ص} - \text{ب})}{\text{ج} \text{ ب} \times \text{ج} \text{ س}} = \frac{1}{2} \text{ ج} \quad (٢٤)$$

انظر حساب المثلثات الكروية صحيفة ١٤٤ العبارة الاولى من عبارات ظ  
 اي من نصف مجتمع الاضلاع اطرح ضلع من المحيطين بالزاوية المطلوبة ثم اطرح الضلع الآخر  
 من نصف المجتمع والى جيب الباقيين اضف المتم المحسائي لجيب الضلعين فما كان فهو جيب نصف  
 الزاوية المطلوبة

$$\text{زف} = ١٦' ٥٦''$$

$$\text{ز ص} = ٩٠' ٢٢''$$

$$\text{ف ص} = ٢' ٢٢' ٦٦''$$

$$٢) ٤٢' ٢١' ٢١''$$

$$١٠٦' ٤٠' ٣١''$$

$$٥٦' ١٦' ٤٠''$$

اطرح زف

$$١' ٨٨٦٧٦٤٤ = ٥٠' ٢٣' ٥١''$$

ج

$$١' ٨٠٩٣٣٩٠ = ٤٠' ٨' ٢٨''$$

ج

اطرح ف ص

$$٠' ٨٠٠١٣٠ = ٥٦' ١٦' ٤٠''$$

ج ح ٢

زف

$$٠' ٠٣٧٩٨٥٠ = ٦٦' ٢٢' ٢''$$

ج ح ٢

ف ص

$$٢) ١٩' ٨١٤١٠١٤$$

$$١' ٩٠٧٠٥٠٧ = ٥٢' ٥٠' ١''$$

ج ١/٢ زف ص

$$\frac{٢}{١٨' ٤٠' ١٠٧''} = \text{زف ص} = ١٠' ٢' ٤١'' \text{ وقد}$$

استعملنا وقت طلوع الشمس في الوقت المفروض (مثال ٢) في ظ  $٧٧^{\circ} ٤' ٥٤''$  والفضلة =  $٢٨^{\circ} ٦' ٤٢''$  للصباح ومثله للمساء

(٩٠) مفروض طول جرمين وعرضهما مطلوب البعد بينهما

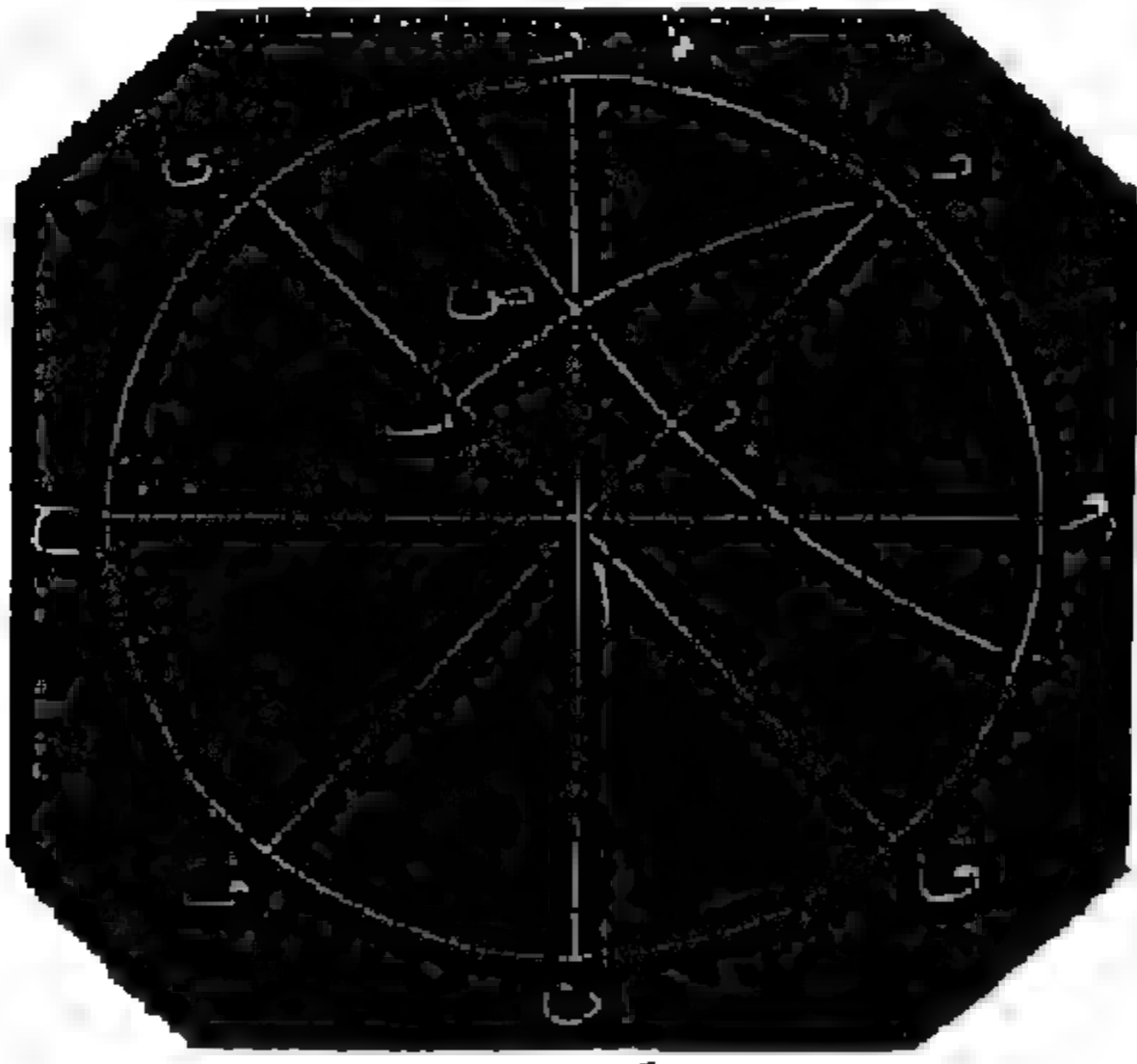


شكل ٢٨

ليكن ف (شكل ٢٨) قطب دائرة البروج ف ص ف ص متني عرض الجرمين وهما عند ص وص والزاوية ف = فضلة طولهما. مطلوب ص ص وحل المسئلة انظر حساب المثلثات الكروية تحت مفروض ضلعان والزاوية بينهما مطلوب الضلع الثالث والعمل كما تقدم في مثال استعمال الانكسار

ان فرض ميل الجرمين والصعود المستقيم ليكن ف قطب خط الاستواء فيكون ف ص ف ص متني الميل والزاوية ف فضلة صعودهما المستقيم والعمل كما تقدم

(٩١) مفروض عرض المكان وميل الشمس مطلوب الساعة التي فيها تنهي اضاءتها على وجه بناء الشمالي ق ظ والتي فيها يتبدى اضاءتها على ب ظ



شكل ٢٩

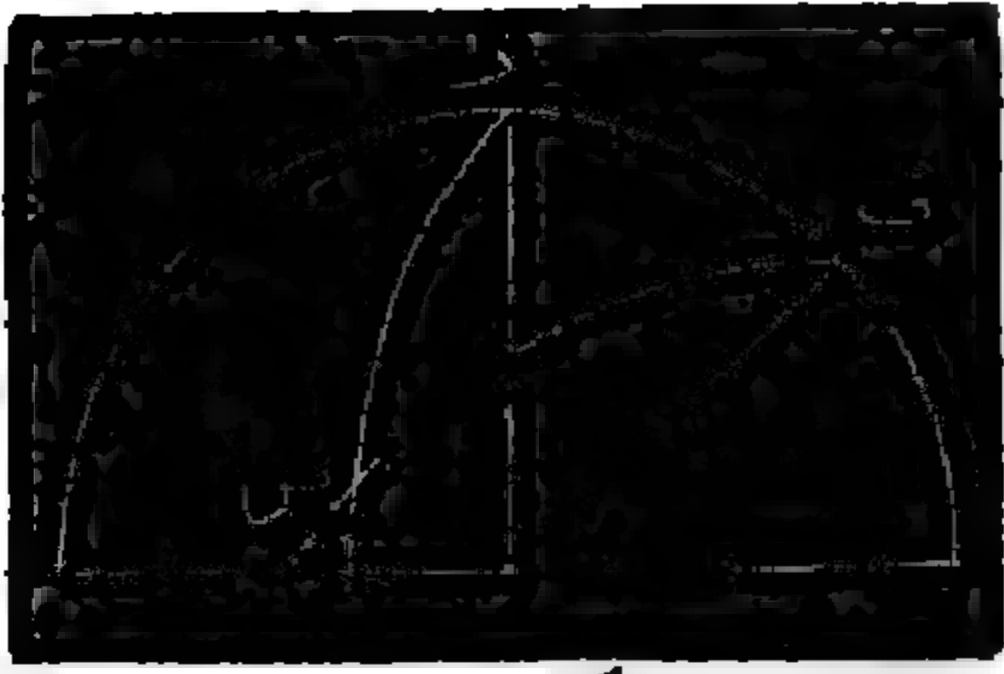
لتكن ف ي ف (شكل ٢٩) الهاجرة ورسمت الرأس وزان المتسامنة الاولى اي العمودية على الهاجرة وص النقطة التي فيها تقطعها الشمس واذ ذاك تنهي اضاءتها على وجه حائط الشمالي وف ص ب الدائرة السويعية المارة بالشمس عند ص. ب ص = ميل الشمس وب ا ص = (ي ز) = العرض و ا ب اذا تحول الى وقت تدل على كم بعد الساعة ٦ في ظ او قبل الساعة ب ظ تقطع الشمس المتسامنة الاولى

مثال ١. في عرض شمالي  $٤٢^{\circ} ٢٢' ١٧''$  وميل الشمس  $٢٣^{\circ} ٢٧' ٣٠''$  في اية ساعة ينقطع ضياء الشمس عن جانب حائط الشمالي ق ظ وفي اية ساعة يتبدى بعد الظهر  
الجواب  $٧٧^{\circ} ٥٣' ٢٨''$  في ظ و  $٤٦^{\circ} ٦' ٢٢''$  ب ظ

مثال ٢ كم ساعة تضيء الشمس على الجانب الجنوبي لحائط عمودي في عرض شمالي  $٣٠^{\circ}$  اذا كان ميلها  $٢٠^{\circ}$  ش

(٩٢) مفروض عرض المكان وميل الشمس مطلوب استعمال الوقت بواسطة ارتفاع الشمس ليكن ز (شكل ٣٠) سمت الرأس وص موقع الشمس وف القطب. قس ارتفاع الشمس بالسدس او بالآلة اخرى واصلحه للاختلاف والانكسار و في القطر لاجل استعمال الارتفاع الحقيقي

من الظاهر كما نعلمت سابقاً وأطرحه من ٢٠ يبقى البعد السمتي ز ص اما ف ص فتم الميل وز ف  
 متم العرض فاضلاع المثلث الكروي معروفة فنستعلم الزاوية  
 ز ف ص فاذا انحوت الى وقت تدل على بعد الشمس عن  
 الهاجرة اي وقت المراقبة قبل الظهر او بعد حسب الواقع



شكل ٢٠

افرض ف ز = متم العرض =  $\phi$   
 ز ص = البعد السمتي الحقيقي =  $z$   
 ف ص = البعد القطبي =  $d$   
 والزاوية ز ف ص =  $z$

$$\phi + d + z = 180^\circ$$

بحساب المثلثات الكروية صحيحة ١٤٤

(٢٥)

$$\frac{z}{\sin z} = \frac{\phi}{\sin \phi} \times \frac{d}{\sin d}$$

مثال. في عرض ٢٥° ٤٠' شمالي كان ارتفاع الشمس الحقيقي بعد الظهر ١° ٦' ٢٧" لما كان  
 ميلها ٨° ٥' ٥٦" ج

$$d = 98^\circ 5' 56''$$

$$z = 79^\circ 53' 23''$$

$$\phi = 64^\circ 20' 0''$$

$$(3) \quad 29 \quad 19 \quad 242$$

$$ص = 121^\circ 9' 44''$$

$$ص - \phi = 56^\circ 49' 44'' \text{ الجيب } 1' 922746$$

$$ص - d = 23^\circ 3' 48'' \text{ " } 48 \quad 3 \quad 23 = 1' 593007$$

$$\text{نظير قاطع } \phi = 0' 45117$$

$$\text{" " } d = 0' 4252$$

$$2) 1' 560223$$

$$1' 782612 \text{ جيب}$$

$$\frac{1}{z} = 27^\circ 18' 53''$$

$$z = 74^\circ 27' 47'' = 4^\circ 58' 1^\circ \text{ وقتاً ظاهراً ب ظ}$$



(٩٣) مفروض العرض وميل الشمس مطلوب وقت ابتداء الشفق وانتهائه

قد تقدم ان الشفق يتبدى او ينتهي اذا كانت الشمس ١٨°

عمودية تحت الافق



شكل ٢١

لتكن ز (شكل ٢١) سمت الرأس لمكان ما وف القطب

وص موضع الشمس عند ابتداء الشفق او نهايته وص = ٩٠° +

١٨° = ١٠٨° ز ف = متم العرض ف ص متم الميل فلنا في

المثلث ف ص ز الاضلاع الثلاثة مطلوب الزاوية السويعية

ز ف ص . ارسم رف عمودياً على الزاوية المطلوبة

م ١/٢ ز ص م ١/٢ (ف ص + ز ف) م ١/٢ (ف ص - ز ف) م ١/٢ (ص ر - ز ر) (٢٦)

ثم بعد استعلام زر وص ر استعلم الزاويتين عند ف واجمعهما

مثال . في عرض ٤٢° ٢٢' اية ساعة يتبدى الشفق وينتهي في النهار الاطول متى كان ميل

الشمس ٢٣° ٢٨' الجواب يتبدى ٦° ٤١' ق ظ ينتهي ٩° ٥٣' ١٩' ب ظ

(٩٤) لاجل استعلام وقت الشفق الاقصر



شكل ٢٢

ليكن اب (شكل ٢٢) دائرة ميل الشمس في الوقت

المطلوب ارسم آ ب على قرب من الاولى بما لا يقاس

وليوازها وت ظ على موازاة الافق ١٨° فتحة فقياس

الشفق على اب هو د ف ص وقياسه على آ ب هو

س ف ك وعند وقوع الشفق الاقصر تكون زيادة الزاوية

السويعية صفراً فالزاويتان المذكورتان متساويتان ولذلك

د ف ذ = ص ف ض ود ذ = ص ض وبالرسم ذ س

= ض ك والزاويتان عند ذ وض قائمتان وذ د س = ض ص ك وف د ذ = ٩٠°

= زد س اطرح منها زد ذ فالباقية ف د ز = الباقية ذ د س ولهذا السبب ايضا ف ص ز

= ض ص ك وف د ز = ف ص ز

اقطع دن بحيث يعدل ص ز = ٩٠° فلان ف د = ف ص والزاوية ف د ن = ف ص ز

فالقوس فن = ف ز ارسم العمودي ف م فينصف ن ز ثم بحساب المثلثات الكروية

ن ج ف م = ن ج ف د = ن ج ف د / ن ج د م وايضا ن ج ف م = ن ج ف ن / ن ج ن د وبالمساواة

ن ج ف د / ن ج ن د = ن ج ف ن / ن ج ن د

ن ج ف د اوج هـ د = ن ج ف ز  $\times$   $\frac{١٥٤}{٢٥٤}$  = ن ج ف ز  $\times$  ماس ن م  
وبالتحويل الى نسبة  $\frac{١}{٢٥٤}$  : ن ج ف ز اوجيب العرض : ماس ن م (= ٩°) : جيب هـ د  
اي ميل الشمس عند الشفق الاقصر

ج الميل = ج العرض  $\times$  ماس ٩°  
(٢٧)  
ف ز اقل من ٩° ابدأ وزم = ٩° فتكون ف م اقل من ٩° فيكون نظير جيبه ايجابيا  
و د م اكثر من ٩° فنظير جيبه سلبى ون ج ف د (= ن ج ف م  $\times$  ن ج د م) سلبى فيكون  
ف د اكثر من ٩° اي ميل الشمس عند الشفق الاقصر جنوبي

(٢٥) لاجل استعمال طول الشفق الاقصر ص ف ز = د ف ن

فاذا ز ف ن = د ف ص قياس الشفق الاقصر

وج ف ز اوج العرض :  $\frac{١}{٢٥٤}$  ق : ج زم (= ٩°) : ج ز ف م

و ٢ ز ف م = ز ف ن = د ف ص وهي بالتحويل الى وقت تعدل الشفق الاقصر اى

جيب نصف الشفق الاقصر =  $\frac{١}{٢٥٤}$  ق  $\times$  ج ٩°  
(٢٨)  
ن ج العرض

مثال . مطلوب وقت الشفق الاقصر وطوله في عرض شمالي ٢٣° ٥٤' ٢٧"

جيب ٢٣° ٥٤' ٢٧" ٩' ٧٤٦٥٢٠٤

ماس ٩° ٩' ١٩٧١٢٥

جيب = ٨' ٩٤٦٢٢٢٩ = ٥° ٤' ٨" ج

وذلك بقرب ٧ اذار و ٦ تشرين الاول

ج ٩°  $\times$   $\frac{١}{٢٥٤}$  ق ١٩' ١٩٤٢٢٢٤

ن ج ٢٣° ٥٤' ٢٧" ٩' ٩١٩٠٤٦٣

جيب = ٩' ٣٧٥٢٨٦١ = ١٣° ٤٣' ٢٧"  $\times$  ٢ = ١٣° ٤٩' ٤٨"

(٩٦) لاستعلام ميل الشمس عند دوام الشفق طول الليل (انظر شكل ٢٧) عند ذلك

يكون الشمس عند ك ١٨° نحت الافق و ١٨° + الميل ق م = ق و = ي ح = متم عرض المكان

فميل الشمس حينئذ = متم العرض - ١٨° فتناول من الجداول السنوية اليوم الذي للشمس هنا

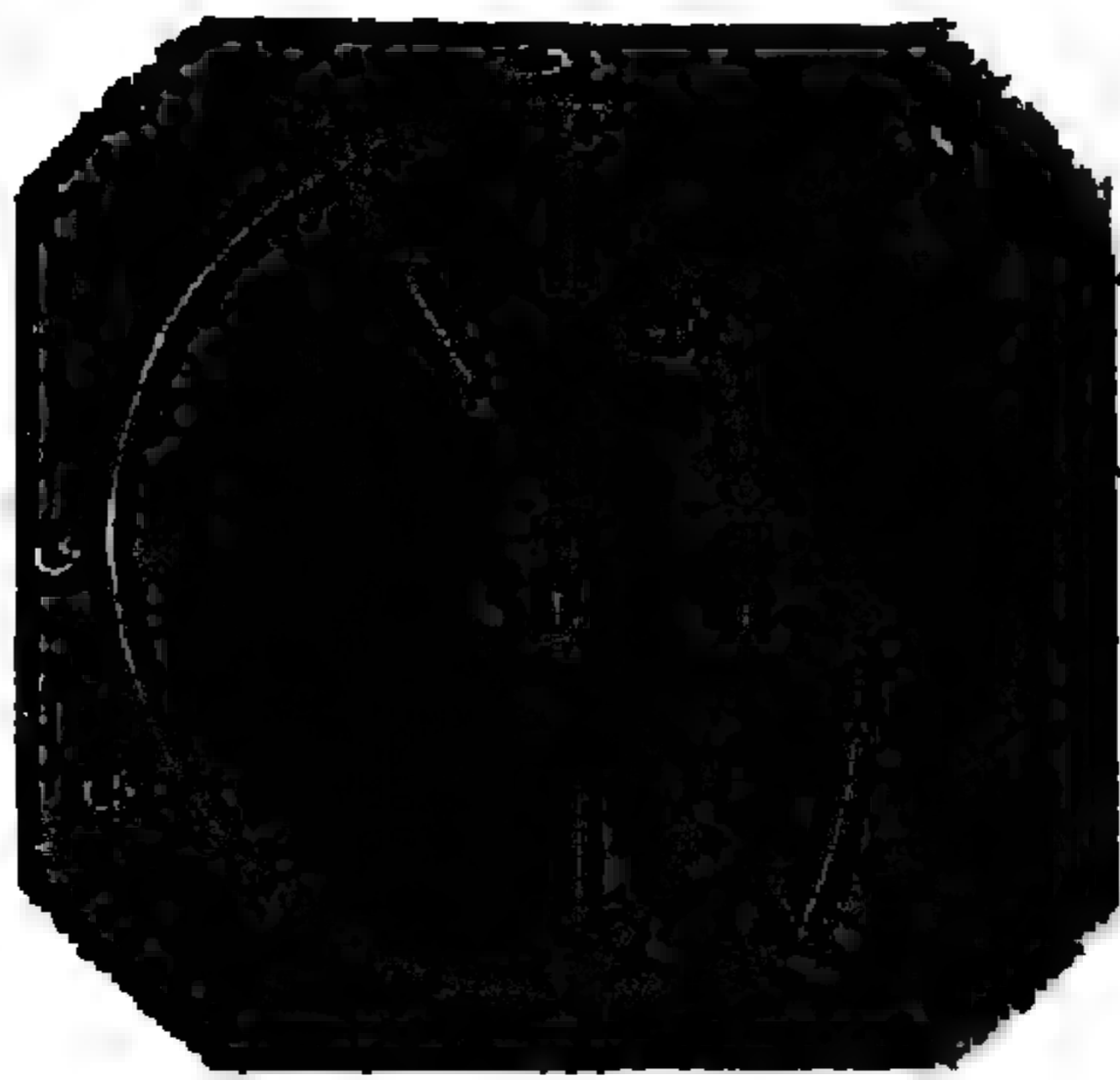
الميل فلك المطلوب ومعظم ميل الشمس ٢٣° ٢٨' فان كان متم الميل اكثر من ٤١° ٢٨' او العرض

اقل ٤٨° ٢٢' لا بدوم الشفق طول الليل واذا كانت الشمس في الجانب الآخر من خط الاستواء

يكون ميلها ١٨° - متم العرض

(٢٧) مفروض صعود جسم المستقيم وميله مطاوب طوله وعرضه

ليكن  $Y$  ق (شكل ٢٢) خط الاستواء و  $F$  قطبه و  $S$  دائرة البروج و  $R$  قطبها و  $V$



موضع الجرم . ا ر س م ف ص و ر ص و ا ر س م ص ب عمودية على  
 ف ص ف ص = م م الميل و ر ف = م ي ي ا ي ميل دائرة  
 البروج على خط الاستواء و ا الاعندال الربيعي و ص ف ق  
 م م الصعود المستقيم و ص ر س م م الطول و ر ص م م العرض .  
 في المثلث القائم الزاوية ف ص ب مفروض الضلع ف ص  
 ا ي م م الميل و الزاوية عند ف ا ي م م الصعود المستقيم . استعمل  
 ف ب فيعرف ر ب ا ي ر ف + ف ب ث م

(८१)

فنستعلم الزاوية راي متم الطول ثم في المثلث الناقص الزاوية رص ب مفروض رب والزاوية عند ر مطلوب رص اي متم العرض

مثال ١. صعود سيار المستقيم كان بالرصد  $82^{\circ} 7'$  وميله  $24^{\circ} 26'$  ش وميل دائن البروج  $25^{\circ} 27' 30''$  مطلوب طول السيار وعرضه

الجواب طول  $۸۲^{\circ} ۴۹' ۲۰''$  عرض  $۱۰^{\circ} ۱۷' ۲۷''$  ش

مثال ۲. ما هو طول نجم وعرضه اذا كان صعوده المستقيم  $40^{\circ} 49'$  وميله  $66^{\circ} 6' 37''$  ش

الجواب طول  $79^{\circ} 7' 1''$  عرض  $42^{\circ} 34' 0''$  ش

## في العرض الارضي

(٩٨) الوسائط لاستعلام عرض مكان على سطح الارض عديدة منها بسيطة جداً ومنها ما يقتضي

٤ حسابات مثلثات كروية فلنوضح ايسط هذه الوسائط هنا مفصلاً ونترك الباقي للنقسم العملي

(١) يُعرّف العرض من ارتفاع القطب (حد ٢٠) فلو كان نجم القطب أي  $\alpha$  من الدب

الاصغر في القطب تمامًا لاقتضى قياس ارتفاعه فقط لمعرفة عرض المكان ولكنه ليس في القطب

تماماً وبعدهُ عنه يتغير قليلاً كل مدة لأسباب سيأتي ذكرها في محله وإن استعملنا ميله لوقت مفروض

من الجداول السنوية يكون متم الميل بعدُ عن القطب . مثال ذلك ميله في أوّل آب سنة ١٨٧٤

٨٨° ٢٨' ٧" فيكون بعد القطبي ١° ٢١' ٢٤" ثم متى تكبد فوق القطب فس الارتفاع بالسدس

أوبالة أخرى لقياس الزوايا وأصلح الارتفاع الظاهر للانكسار وانخفاض الأفق (ولا اختلاف للنجوم



(الثوابت) ثم من الارتفاع بعد اصلاحه كما تقدم ا طرح البعد القطبي فما كان فهو العرض وان كان في تكبده الاسفل فاضف البعد القطبي الى الارتفاع الظاهر بعد اصلاحه كما تقدم فما كان فهو العرض

لكي يعلم أ هو فوق القطب او تحته لاحظ كفاي  $\beta$  من ذات الكرسي لان نجم القطب هو عن القطب الى جهة  $\beta$  ذات الكرسي فان كان  $\beta$  ذات الكرسي فوق القطب يكون نجم القطب فوق القطب والعكس بالعكس ولكي نعلم لحظة تكبده فتناول صعوده المستقيم من الجداول السنوية وعندما تدل الساعة النجمية على ذلك فهو على الهاجرة وان كان مغرزاى  $\delta$  الدب الاكبر فوق القطب فنجم القطب تحت القطب

اذا قيس ارتفاع نجم القطب  $\delta$  ا دقيقة قبل وصوله الى الهاجرة او  $\delta$  بعد وصوله اليها لا يحصل من ذلك خلل في العرض اكثر من  $\delta$  وان اخذنا ارتفاعه  $\delta$  قبل وصوله الى الهاجرة او  $\delta$  بعد ذلك لا يحصل خلل في العرض اكثر من  $\delta$

ويستعمل وقت وصوله الى الهاجرة وقتا شمسيا بهذه القاعدة

ا طرح صعود الشمس المستقيم لليوم المفروض من صعود النجم المستقيم بعد ان تضيف اليه ٢٤ ساعة ان كان صعوده المستقيم اقل من صعود الشمس المستقيم والباقي هو الوقت بعد الظهر الذي فيه يصل الجرم المفروض الى خط نصف النهار

مثاله . ص م  $\alpha$  دب اصغر ١ ايلول ١٨٤٩ = ٢٤ + ٢٥° ٤٩' ٦٤"

ص م الشمس لليوم المفروض

١٠° ٤١' ١١" ٥٨

حساب فلكي

٢٣° ٢٢' ٥١" صباح ثاني ايلول حساب اعبيادي ثم ان قسنا في ذلك الوقت ارتفاع النجم واصلحناه للانكسار وانخفاض الافق وطرحنا البعد القطبي للوقت المفروض يكون لنا العرض والامر واضح ان هذا العمل يصلح في كل نجم بقرب القطب وهذه ابسط الوسائط لاستعلام العرض (٢) من ارتفاع الشمس اذا كانت على الهاجرة اي الظهر

ان رصدنا الشمس بالسدس قبل الظهر قليلاً نجد صورة الشمس بعد ان تراها الى الافق لم تبق هناك بل ترتفع عنه فيجب ان نترها ايضاً حتى لا نعود ترتفع بل تنزل الى تحت الافق وعندما نشعر بوقوفها تكون على الهاجرة وان استعملنا الافق الزيفي نجعل الصورة تمس التي في الزيفي وكل ما ابتعدت احداها عن الاخرى تقربها ايضاً حتى لا نعود تبعد احداها عن الاخرى بل تتراكبان ولنا من ذلك الارتفاع الظاهر فاصلحه للانكسار والاختلاف ولا انخفاض الافق ان استعملت الافق

النظري فما كان هو الارتفاع الحقيقي فاطرحه من  $90^\circ$  فما كان هو بعد الشمس عن سمت الرأس ثم ان كانت الشمس في ميل شمالي فاضف الميل الى البعد عن سمت الرأس فما كان فهو العرض وان كانت في ميل جنوبي فاطرح الميل عن البعد السمتي فما كان فهو العرض . وهذه الواسطة يُعتمد عليها أكثر من الأولى لصعوبة اصابة الافق ليلاً ولكن متى كانت الشمس بقرب المدار الصيفي لا يمكن قياس ارتفاعها بواسطة السدس على الطريقة الاعتيادية بالافق الزبيني لكبر الزاوية وقد تنزل الشمس الى الافق النظري الى جهة الشمال اذا كان البحر الى تلك الجهة من الناظر باستقبال الشمال وانزال الشمس الى الافق الشمالي ثم اطرح  $90^\circ$  من الارتفاع بعد اصلاحه للانكسار الخ فما بقي فهو البعد عن سمت الرأس ثم افعل كما تقدم

مثال . ارتفاع الشمس الظاهر بالسدس  $64^\circ 29' 40''$  مطلوب عرض المكان

|                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| $64^\circ 29' 40''$ | الارتفاع الظاهر           |
| $10$                | $\frac{1}{4}$ ق الشمس     |
| $52^\circ 50'$      | ارتفاع مركز الشمس الظاهر  |
| $64^\circ 29' 40''$ | اضف الاختلاف              |
| $2^\circ 6' +$      |                           |
| $64^\circ 29' 40''$ |                           |
| $23^\circ 9' -$     | اطرح الانكسار             |
| $64^\circ 29' 40''$ | ارتفاع مركز الشمس الحقيقي |
| $90^\circ$          | اطرحه من $90^\circ$       |
| $25^\circ 4' 40''$  | البعد عن سمت الرأس        |
| $8^\circ 28' 40''$  | اضف ميل الشمس لانه شمالي  |
| $33^\circ 32' 40''$ | العرض =                   |

(١٩) قد يحدث أحياناً ان الشمس لا تَرى وقت الظهر في ايام الشتاء او للغير في ايام الصيف ولنا واسطة لاستعلام العرض من رصد ارتفاع الشمس مرتين في اية ساعة كانت من النهار ويبحث المرة الاولى والثانية ساعة او أكثر وان امكن يجب ان يكون الوقت بين الرصد الاقرب الى الظهر والظهر اقل من الوقت بين الرصدين ويتضح كيفية العمل من هذا الرسم

ليكن ف ز (شكل ٣٤) خط نصف النهار للمكان و ز سمت الرأس ص مكان الشمس في الرصد الاول وص مكانها في الثاني ثم في المثلث ص ف ص مفروض الوقت بين الرصدين = الزاوية ص ف ص وايضاً ف ص و ف ص = متم ميل الشمس في الوقتين وايضاً ز ص و ف ص

تمم الارتفاع في الوقتين بعد اصلاحه للاختلاف والانكسار وخطاء الآلة وانخفاض الافق ان  
استعمل الافق النظري وان استعمل الزينق فلا يقتضي اصلاح  
للاختفاض



شكل ٢٤

تم في المثلث ص ف ص نستعلم أولاً الزاوية ف ص ص  
ثم الضلع ص ص ثم في المثلث ص ز ص لنا الاضلاع الثلاثة  
فستعلم الزاوية ز ص ص اطرح منها الزاوية ف ص ص تبقى  
الزاوية ف ص ز ثم في المثلث ف ص ز لنا الزاوية ف ص ز  
والضلعان ف ص ز ص ومنها نستعلم الضلع ف ز وهو ممت عرض المكان  
لينفع خط وهي من الزاوية المجهولة غير المطلوبة عمودياً على ف ص وسم ف ص  
ص ب مثلاً

(٢٠)  $\frac{1}{2} ق : ن ج ف : ماس ص ف : ماس ف ب$   
ثم فضلة ص ف و ف ب = ص ب

(٢١) ج ص ب ج ف ب : ماس ف : ماس ص  
ان كان ص ف اكبر من ص ب تكون ص و ف متشابهتين  
وان كان ص ب اصغر من ص ب تكون ص و ف مختلفتين . فعرفت الزاوية ف ص ص  
ولكي يستعلم ص ص

(٢٢) ن ج ف ب : ن ج ص ب : ن ج ص ف : ن ج ص ص  
ان كان ص ب و ف ب متشابهتين تكون ف ص و ص متشابهتين والاف مختلفتين  
تم في المثلث ز ص ص مفروض الاضلاع الثلاثة مطلوب الزاوية ز ص ص  
فلنستخدم العبارة الاولى من عبارات نبيير لهذا المفروض لان الزاوية المطلوبة ليست منفرجة  
لفرض ص ز = ب ص ز = ا ص ص = س  $\frac{1}{2} ق =$  واحد  $ا + ب + س = م$

$$(٢٣) \quad \frac{ج \frac{1}{2} (ب - م) \times ج \frac{1}{2} (م - س)}{ج ب \times ج س} = ج \frac{1}{2} زاوية ز ص ص$$

لانما العمل بموجب هذه العبارة خذ نصف مجتمع الاضلاع واطرح منه الضلعين المحيطين بالزاوية  
المطلوبة والى جيبى الباقيتين اضف المم الحساي لجيبى الضلعين واقسم المجتمع على اثنين فما كان فهو  
جيب  $\frac{1}{2}$  الزاوية المطلوبة . او استخدم احدى العبارات في صحيفة ١٤٤ من كتابي في التعاليم



ثم اطرح ف ص من ز ص ص يبقى ز ص ف ثم في المثلث ز ص ف لنا الضلعان والزاوية  
بينهما مطلوب الضلع الآخر ز ف فحسباً تقدم ليتبع عمودي من ز على ص ف

١ ق : ن ج ف ص ز : ماس ز ص : ماس ص ب  
فضلة ص ف و ص ب = ف ب

(٣٤) ن ج ص ب : ن ج ف ب : ن ج ص ز : ن ج ز ف  
ان كان ص ب و ف ب متشابهتين تكون ص ز و ز ف متشابهتين والافضلتين  
مثال . ساعة ٨ و ٢٠ ق ظ وقت ظاهر كان ارتفاع الشمس الظاهر ٤٢° ٢٤' ٤٠"  
وساعة ١٠ و ٢٠ كان ارتفاع الشمس ٦٦° ٢٠' ٢٥" مطلوب عرض المكان على افتراض ميل  
الشمس في الرصد الاول ١٩° ٥٤' ٤٢' ٤٨" وفي الثاني ١٩° ٥٢' ٤٦' ٤٦"

تفصيل العمل

الرصد الاول ٨ و ٢٠ ق ظ الارتفاع الظاهر ٤٢° ٢٤' ٤٠"  
خطاء الآلة

١  
الاختلاف +

١٥' ١٠" ٤٦' ٤٦"  
١ ق قطر الشمس +

٤٢° ٢٤' ٤١' ٣٢"

٨٤' ٥٩" الانكسار -

٤٢° ٤٠' ٤٠" ٢٢' ٥٠" = ارتفاع مركز الشمس

الحقيقي عند الرصد الاول

الرصد الثاني ١٠ و ٢٠ ق ظ الارتفاع الظاهر ٦٦° ٢٠' ٢٥"

١٥' ١٠" ٤٦' ٤٦"  
١ ق قطر الشمس +

١ خطاء الآلة +

٦٦° ٢٧' ١١"

٤٢' ٣٠" اختلاف +

٦٦° ٢٧' ٥٢' ١٤"

٢٤" الانكسار -

٦٦° ٢٦' ٥٢' ٥٠" = ارتفاع مركز الشمس

الحقيقي عند الرصد الثاني

الوقت بين الرصدين = ٢ = ٢٠ = زاوية ص ف ص

$$٩٠ - ٤٢' ٤٠'' = ٢٢' ٥٠'' = ٤٧' ١٩'' = ٢٧' ٥٠'' = ص ز$$

$$٩٠ - ٦٦' ٢٦'' = ٥٠' ٥٢'' = ٢٢' ٢٢'' = ٤٨' ٢٢'' = ص ز$$

الميل عند الرصد الاول = ١٩' ٥٤'' = ٤٨' ٤٢'' فيكون ص ف = ١١' ٥٨' ٥٠''

عند الثاني = ١٩' ٥٢' ٤٦'' " ص ف = ١٢' ١٦' ٦٠''

لاستعلام ص ص ١/٢ ق: ن ج ف: م ف ص: م ف ب مثلاً. ف ص و ف ب = ص ب  
ج ص ب: ج ف ب: م ف: م ف ص ص ان كان ف ص < ص ب تكون زاويتا  
ص و ف متشابهتين والاف مختلفتين

$$٩' ٩٢٧٥٢٠٦ = \text{ن ج ف } ٢٠$$

$$١٠' ٤٤٠٩٧٩٠ = \text{م ف ص } ١١' ٥٨' ٥٠''$$

$$١٠' ٢٧٨٥٠٩٦ = \text{م ف ب} = ١٢' ١٦' ١٨' ٦٧''$$

$$\text{ف ص} = ١٢' ١٦' ٦٠''$$

$$\text{ف ب} = ١٢' ١٦' ١٨' ٦٧''$$

$$٢' ٤٨' ١٢' ٨٠'' = \text{ص ب} = \text{ص و ف متشابهتين}$$

$$٩' ٩٦٤٨٩٥٢ = \text{ج ف ب } ١٢' ١٦' ١٨' ٦٧''$$

$$٩' ٧٦١٤٢٩٤ = \text{م ف } ٢٠$$

$$١٩' ٧٢٦٢٢٤٧$$

$$٨' ٦٨٩٤١٢٢ = \text{ج ص ب } ٢' ٤٨' ١٢' ٨٠''$$

$$١١' ٢٦٩٢١٥ = \text{م ص} = ٧' ٦١' ٤٥' ٨٤''$$

لاستعلام ص ص ن ج ف ب: ن ج ص ب: ن ج ف ص: ن ج ص ص

$$٩' ٩٩٩٤٨٠٠ = \text{ن ج ص ب } ٢' ٤٨' ١٢' ٨٠''$$

$$٩' ٥٢٢٢٤٥٠ = \text{ن ج ف ص } ١١' ٥٨' ٥٠''$$

$$١٩' ٥٢١٧٢٥٠$$

$$٩' ٥٨٦٤٧٥٧ = \text{ن ج ف ب } ١٢' ١٦' ١٨' ٦٧''$$

$$٩' ٩٤٥٢٤٩٢ = \text{ن ج ص ص}$$

$$= ١٠' ٢٧' ٢٨''$$

في المثلث ص ز ص =  $27^{\circ} 50' 19''$

ص ز =  $1^{\circ} 48' 22''$

ص ص =  $10^{\circ} 27' 10''$  مطلوب ز ص ص

٢)  $18^{\circ} 02' 57''$

المجتمع

$29^{\circ} 26' 23''$

نصف المجتمع

البقية الاولى  $26^{\circ} 2' 14''$  ج =  $11^{\circ} 62' 67''$

" الثانية  $21^{\circ} 16' 14''$  ج =  $6^{\circ} 50' 50''$

ص ز =  $23^{\circ} 22' 48''$  ج ح م =  $17^{\circ} 12' 40''$

ص ص =  $28^{\circ} 10' 27''$  ج ح م =  $18^{\circ} 52' 02''$

٢)  $17^{\circ} 58' 19''$

$121^{\circ} 67' 46''$  ج ز ص ص =

=  $67^{\circ} 14' 22''$

$134^{\circ} 28' 46''$  ز ص ص =

ف ص ص =  $84^{\circ} 40' 71''$

$49^{\circ} 43' 28''$  ز ص ف =

في ز ص ف ز ص =  $23^{\circ} 22' 48''$

ص ف =  $70^{\circ} 6' 12''$

لاستعلام ز ف ق ن ج ص م ص ز م ص ب

فضلة ص ب و ص ف = ف ب ن ج ص ب ن ج ف ب ن ج ص ز ن ج ف ز

ان كان ص ب و ف ب متشابهين يكون ص ز و ف ز متشابهين والا فمختلفين

ن ج ز ص ف =  $49^{\circ} 43' 28''$  =  $177^{\circ} 01' 18''$

م ص ز =  $23^{\circ} 22' 48''$  =  $127^{\circ} 59' 27''$

$14^{\circ} 46' 44''$  م ص ب =  $10^{\circ} 27' 50''$

ص ف =  $70^{\circ} 6' 12''$

ص ب =  $10^{\circ} 27' 50''$

$54^{\circ} 29' 18''$  ف ب فيكون ص ز و ف ز متشابهين



## كيفية اصطناع المزاويل

ن ج ف ب ۵۷ = ۸۹۶ .۲۹

نَجَصَز ٢٢ ٢٢ ٢٢ = ٩٦٢٧٧٢٦

19 YF74YY5

نَج صَب ۱۵ ° ۲۷ ° = ۹۸۴۷۷۱۴

نج ف ز = ۹۷۴۳۲۱۵۹

$56^{\circ} 22' 12''$  - مم العرض

$$\text{العرض} = 22^{\circ} 26' 57''$$

## في كيفية اصطناع المزاويل

(١٠٠) ان الشمس في الظاهر تكمل دورانا واحدا حول الارض في ٢٤ ساعة فتكون حركتها

كل ساعة  $\frac{360}{24} = 15^\circ$  ثم ان حسبنا الارض شفاة ومحورها ف ف مظلما يقع ظل الخط ف ف

على الخط من خطوط نصف النهار الذي يقابل مكان الشمس ويترك ذلك الظل ١٥ كل ساعة فليكن فرم (شكل ٢٥) خط نصف النهار لكان ز فعند اظهر يقع ظل ف ف على ف ف و يقطع سطح الافق ن و ر في الخط س ر ثم بعد ساعة اية الساعة الواحدة بعد ١٢ يقع ظل ف ف على الخط ف ا ف و يقطع سطح الافق في الخط س ا وبعد ساعتين يقع الظل على الخط ف ٢ ف و يقطع سطح الافق في الخط س ٢ وهكذا الى النهاية



الزاوية رس ١ = ١٥° ورس ٢ = ٣٠° ولم جراً الخ وف رمعروفة اي عرض المكان وف را  
قائمة والزاوية رف ١ = ١٥° مطلوب را اي قياس الزاوية البسيطة رس ١ اجعل ف را وسط  
فيكون رف ١ ورا الجزء بين المتواليين وحسب قاعدة نيپير

$$\frac{1}{2} \text{ق} \times \text{ج فر} = \text{ن م ر ف} \times \frac{1}{2} \text{م ر ا} \quad \text{و} \frac{1}{2} \text{ق} = \text{ا} \text{ ا ي م ر ا} = \frac{\frac{1}{2} \text{ف ر}}{\frac{1}{2} \text{ن م ر ف ا}}$$

(۲۷)

ایم را = ج ف ر X م ر ف ا

وممكننا ماس. ر ٢ = ج ف ر X م ر ف ٢ الخ

اسمى ماسات الزوايا ١٢ س ١ ١٢ س ٢ الخ = ج العرض X ماسات الزوايا المحاذية  
عند القطب اي ١٥ ٢٠ ٤٥ الخ

فان فرض عرض مكان ٢٣ ٤٢ ٢٠ نصف جيب هذا العرض الى ماس ١٥ فيكون  
لنا ماس الزاوية رس ١ وهكذا الخ

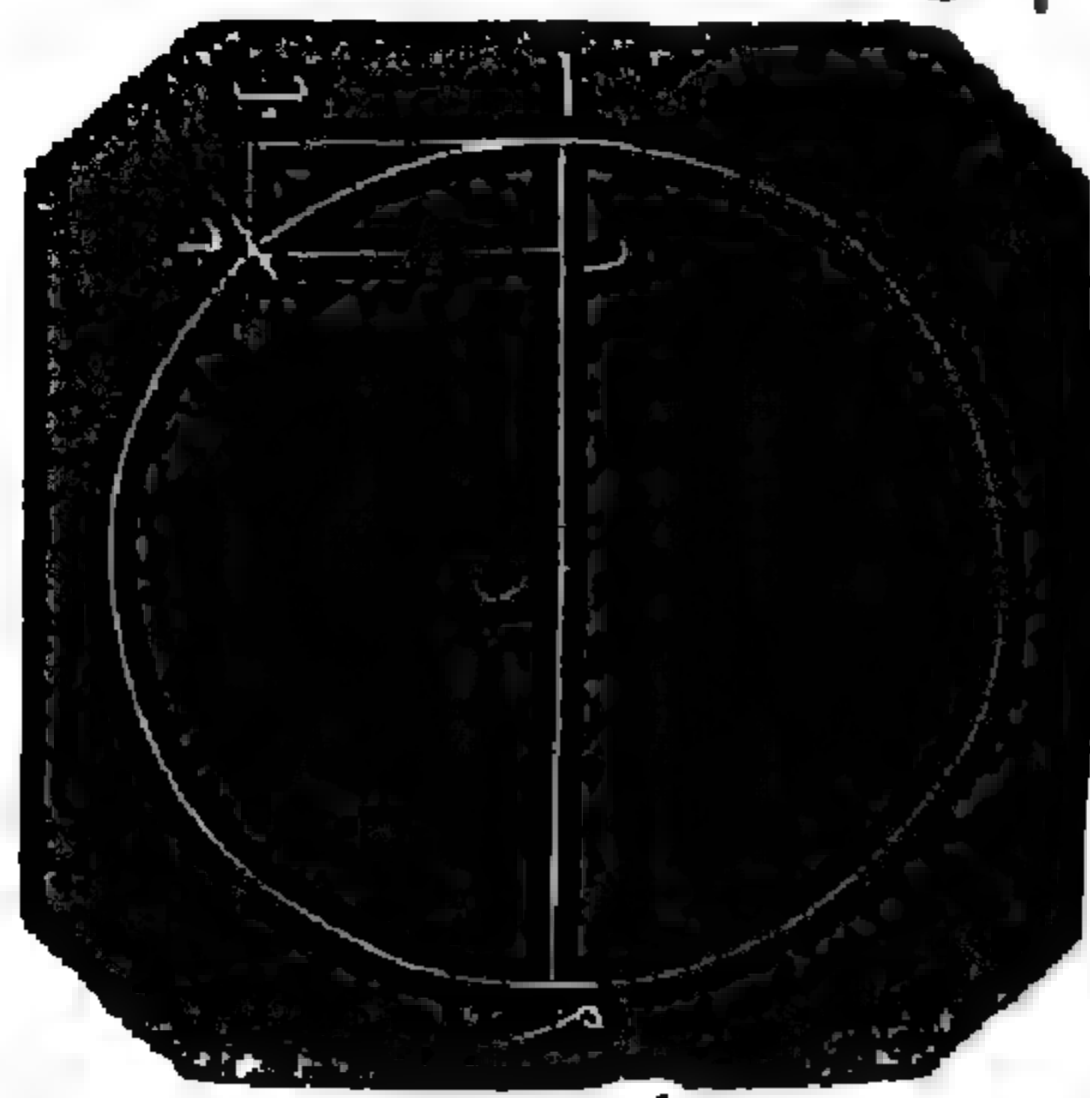
ثم انقل هذه المخطوط وهذه الزوايا الى سطح الارض عند ز فيكون لك مزولة موازية سطح  
الافق تصلح لعرض مكانك ولا فرق ان جعلت زد عمودياً على سطح الدائرة او مائلاً غير انه ان  
كان مائلاً يجب ان تكون الزاوية د ز ١٢ = عرض المكان

(١٠١) ان اردت اصطناع مزولة عمودية على سطح الافق فاحسب ظل ف ف واقفاً  
على سطح عمودي على سطح الافق ماراً بمركز الارض فيقع الخط س ١٢ على الخط س م ثم افعل كما تقدم  
ثم بعد اصطناع المزولة ركبها حتى يقع الظل عند الظهر على الخط س ١٢ او اجعل الخط  
س ١٢ على موازاة خط نصف النهار لمكانك بضبطه على نجم القطب عند وصوله الى خط نصف  
النهار حسبما تقدم في الكلام عن العرض

### في هيئة الارض وكثافتها

(١٠٢) قد رأينا سابقاً ان الارض هيئة شبه كرة ولما كان نصف قطر الارض قاعدة  
المثلثات التي تتم بها القياسات الفلكية فيجب التدقيق التام في معرفته وهو يستعلم من اربعة اشياء  
الاول فعل القوة الدافعة الى خلاف جهة المركز الحاصلة من دوران الارض على محورها  
الثاني قياس اقواس من خطوط نصف النهار على سطح الارض  
الثالث اختلاف خطر ان رفاص في اماكن مختلفة

الرابع اختلاف فعل جاذبية الارض بالقرب بسبب زيادة الهوى في الجهات الاستوائية  
(١٠٣) القاعدة الاولى للقوة الدافعة عن المركز اذا تحرك جسم في دائرة



شكل ٢٦

اذا دار جسم في دائرة فالقوة الدافعة عن المركز او الجاذبة  
الى المركز (لانها متساويتان) تتغير بالنسبة الى مربع السرعة  
مقسوماً على ١/٢ ق الدائرة

لنفرض ا د (شكل ٢٦) = س السرعة اسمى المسافة التي  
يدور بها جسم في ثانية واحدة فالقوة الدافعة يدل عليها ا ب  
ولولا القوة الجاذبة نحو المركز لم يزل الجسم على ا ب ولكن القوة

الجاذبة ا ر تجذب نحو ي فيتحول الجسم عن ا ب الى ا د فلتكن الجاذبة ج اما ا د فيدل على القوس او على وتر ذلك القوس لان الفرق بين قوس صغيرة ووترها لا يعتد به فلنا ا ر : ا د :: ا د : ا م ( اقليدس ق ٨ ك ا م )

$$\text{اوج : س :: س : س} \times \frac{1}{2} \text{ ق ا ي ج} = \frac{\frac{1}{2} \text{ ق ا ي ج}}{\frac{1}{2} \text{ ق ا ي ج}} = \frac{\frac{1}{2} \text{ ق ا ي ج}}{\frac{1}{2} \text{ ق ا ي ج}} \text{ اي الجاذبة تتغير بالنسبة الى } \frac{\frac{1}{2} \text{ ق ا ي ج}}{\frac{1}{2} \text{ ق ا ي ج}}$$

وفي كل حركة في دائرة القوة الجاذبة والدافعة متعادلتان وفي دائرة مفروضة قيمة  $\frac{1}{2} \text{ ق ا ي ج}$  ثابتة فتتغير القوة الدافعة او الجاذبة بالنسبة الى مربع السرعة

مثالة . في ادارة كرة مربوطة بخيط على طول مفروض اذا تضعفت السرعة بزيد الشد على الخيط ٤ اضعاف فيقتضي ان تزيد متانة الخيط اي القوة الجاذبة ٤ اضعاف ايضا

( ١٠٤ ) القاعدة الثانية - اذا دار جسم في دائرة فالقوة الجاذبة او الدافعة هي بالنسبة الى

$\frac{1}{2} \text{ ق الدائرة مقسوما على مربع وقت الدوران}$

لنفرض ت وقت الدوران في المحيط  $2\pi \frac{1}{2} \text{ ق}$  ( انظر كناي في المساحة الخ صحيفة ٢٢٤ )

ولتكن س = السرعة في ثانية واحدة

$$\text{فلنا } 2\pi \frac{1}{2} \text{ ق} = \text{ت س وس} = \frac{2\pi \frac{1}{2} \text{ ق}}{\text{ت}} \text{ وس} = \frac{2\pi \frac{1}{2} \text{ ق}}{\text{ت}} \text{ وقد تقدم ( ١٠٣ ) ان}$$

$$\text{ج} = \frac{\frac{1}{2} \text{ ق}}{\frac{1}{2} \text{ ق}} = \frac{2\pi \frac{1}{2} \text{ ق}}{\text{ت}} \text{ وذلك بتغير بالنسبة الى } \frac{1}{2} \text{ ق}$$

فان كان الوقت ثابتا يجب ان تزيد القوة الجاذبة بالنسبة الى زيادة نصف القطر لان ج

$\propto \frac{1}{2} \text{ ق}$  اي اذا تضعف طول الخيط يقتضي ان تضعف متانته لكي يدبر الكرة في الوقت الاول

( ١٠٥ ) لو فرض ان الارض كانت في البدء سائلة ثم دارت على محورها لحصل من ذلك

تمدد عند خط الاستواء وتسطح عند القطبين وان حسبناها جامدة لتكومت المياه عند خط الاستواء

وانكشفت اليابسة عند القطبين وبزعم من ذلك ان هواجر الارض ليست دوائر تامة بل انها هليجيات

بناء على معرفتنا بفعل الحركة الى خلاف جهة المركز في سائر الاجسام وقد صرح بذلك اولاً اسحق

نيوتون وقد ثبت من اوجه شتى

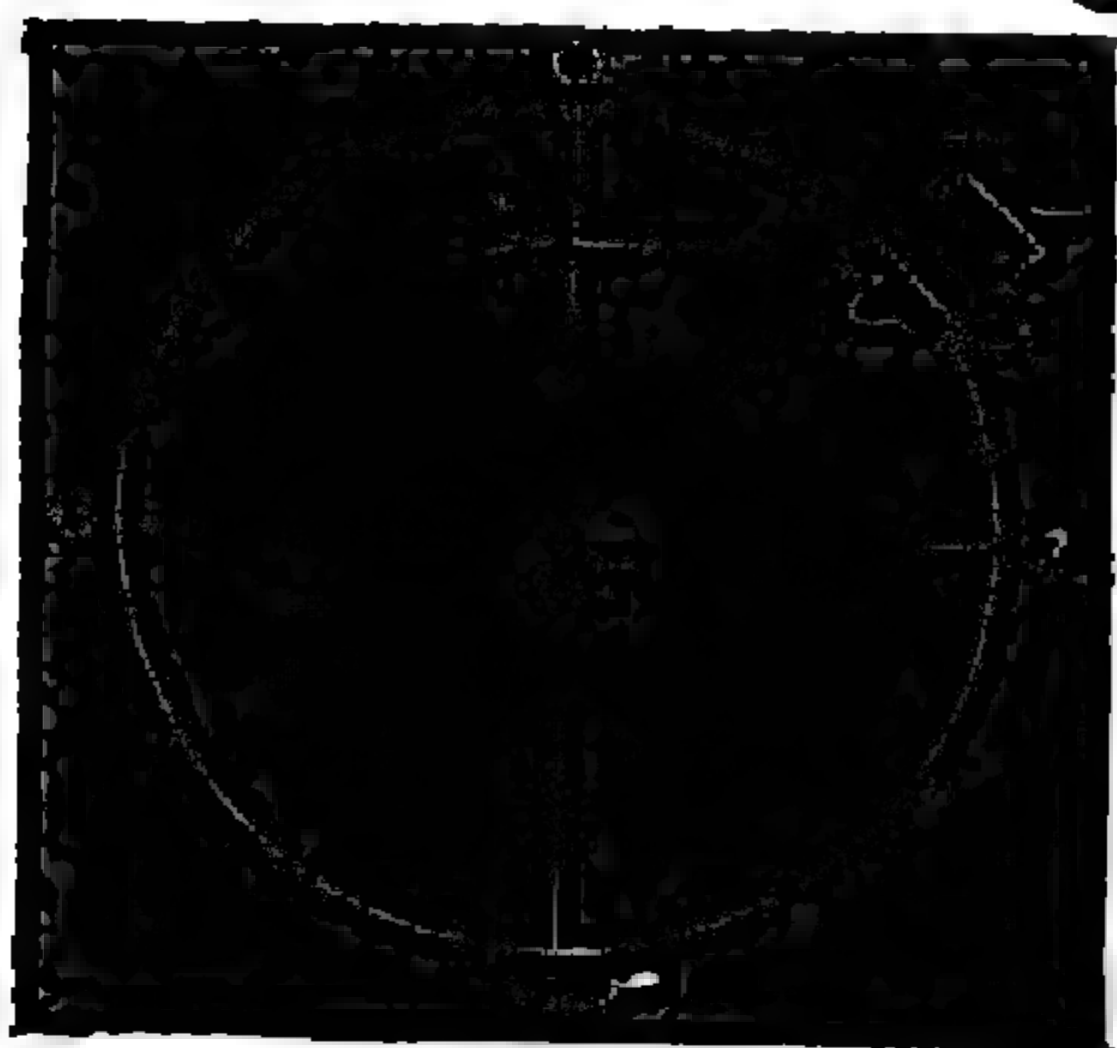
( ١٠٦ ) في القوة الدافعة عن المركز على سطح الارض - كل جوهر من الهبولي على سطح

الارض يتأثر بالقوة الدافعة

ليكن ن ص ( شكل ٢٧ ) المحور وج جوهر هبولي متحرك في دائرة نصف قطرها ج ط فيدل



ج ب على القوة الدافعة . حلها الى ج د على استقامة س ج وج ف مماس الدائرة ن وص . فإن



٥ = مباعدة الهاجرة أي فضلة نصف المحور الأكبر وبعد المركز عن المحترق







## الهليجات

(١١٢) قد قاس معلوم هذا الفن اقواس من خطوط نصف النهار على درجات مختلفة من العرض وكانت كما يأتي

|                                     |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|
| في الهند الشرقية في عرض ١٢° ٢٣' ٣٠" | فكانت الدرجة ٢٦٢٩٥٦ قدماً |
| " " " ١٦° ٨' ٣١"                    | " " " ٢٦٣٠٤٤              |
| " " " ٢٩° ١٣'                       | " " " ٢٦٣٧٨٦              |
| " " " ٤٢° ٥٩'                       | " " " ٢٦٤٢٦٢              |
| " " " ٤٤° ٥١' ٣"                    | " " " ٢٦٤٥٧٢              |
| " " " ٥٤° ٨' ١٤"                    | " " " ٢٦٥٠٨٧              |
| " " " ٥٦° ٣' ٥٥"                    | " " " ٢٦٥٢٩١              |
| " " " ٦٦° ٣٠' ١٠"                   | " " " ٢٦٥٧٤٤              |

وعلى موجب هذه القياسات يكون  $0.0068468 =$

$A =$  القطر الاستوائي  $7925' 6.4$  ميلاً

$B =$  " القطبي  $7899' 11.4$

المعدل  $7912' 30.2$

فضلة القطرين  $26' 49$  ميلاً والهليجة اية فضلة  $\frac{1}{3}$  ق الاستوائي والقطبي في اجزاء من

الاستوائي محسوباً واحداً  $\frac{B-A}{A} = \frac{1}{311}$  من المعدل (٢٨)

فيكون جرم الأرض  $(7912' 30.2) \times \frac{\pi}{6}$

$= 0.05236 = 2094000000$  ميل مكعب

و  $2098000000$  اذا اضفنا الزيادة

(١١٣) وقد انضح ايضاً ان دائرة خط الاستواء ليست دائرة تامة بل هليجة وان فطرها

من طول  $14' 23$  شرقاً الى  $14' 23$  شرقاً اطول من العمودي عليه ميلين

الاطول  $41802876$  قدماً

الاقص  $41842896$  قدماً

(ذكر في اعمال الجمعية الفلكية مجلد ٢٩ سنة ١٨٦٠) فلونومنا كرة مصنوعة على القطر القطبي

يكون الفرق بين الكرة الموهومة والكروية الحقيقية حلقة او منطقة او قشر عميقا عند خط الاستواء

$13$  ميلاً ترق عن الجانبين نحو القطبين وهذه المنطقة او هذه الحلقة قد سُميت حلقة الأرض الاستوائية

وهي تأثر في حركات الارض والقمر بنسبة بعضها الى بعض من زيادة الجاذبية عليها  
(١١٤) محيط الارض الاستوائي ٢٥٠٠٠ تقريباً او ٢٤٨٩٩ تماماً ودرجة العرض في ٥٠°  
هي ٧٠ ميلاً تقريباً وفيها من الوف الاقدام ما يعدل ايام السنة اي ٣٦٥٠٠٠ وكل ثانية ١٠٠ قدم  
تقريباً في العرض المذكور

(١١٥) ثالثاً يبرهن كون هيئة الارض شبيهة بكرة من خطر ان رقاص على موجب قاعدة في  
الميكانيكا اي ان خطر ان رقاص على طول واحد اذا فعلت فيه قوات مختلفة يتغير كتحريك جاذور  
تلك القوات المالية فاذا انتقل رقاص الى اماكن مختلفة وعُيِّنَت مراراً خطرانه في وقت مفروض  
تُعرف نسبة قوة الجاذبية في تلك الاماكن بعضها الى بعض ومن ثم يُحسب بعد الاماكن عن مركز  
الارض واخيراً نسبة القطر الاستوائي الى القطبي وقد وُجِد ان الخطران يسرع بالتقدم الى ناحية  
القطب فيكون القطب اقرب الى المركز من خط الاستواء

(١١٦) رابعاً يبرهن ان الارض شبيهة بكرة من ان القمر اخلافاً في حركته حاصل من  
زيادة جاذبية اجزاء الارض الاستوائية فمن هذه الاختلافات يُعرف مقدار زيادة الهبوط في اجزاء  
الارض الاستوائية ومن هذه الطرق المستقلة تُعرف هيئة الارض الحقيقية ومن ثم يُعتمد على نصف  
قطرها قاعدة لنياسات كثيرة

(١١٧) اما من جهة حركتها اليومية من الغرب نحو الشرق فيبرهن من انه اذا أُسقط جسم  
من علو فلا يقع على خط عمودي من نقطة ابتداء سقوطه الى سطح الارض بل الى الشرق منه لان  
الحركة في الاعالي اسرع مما هي في الاسفل وذلك على خط الاستواء بخلاف قيراطين على السقوط  
من علو ٥٠ قدم وقد تبرهن هذا الامر من امتحانات كثيرة أُجريت في اماكن كثيرة عن يد علماء  
كثيرين

وتبرهن حركة الارض من الغرب الشرق اليومية ما سُمي عمل فوكولت نسبة الى من اجراه  
اولاً وهوانه اذا عُلق ثقل بخيط دقيق طويل وخطر مثل رقاص ساعة فالسطح الذي يخطر فيه هو  
عمودي على الافق ويمر بنقطة التعليق والثقل يرسم خطاً مستقيماً وعلى قصره يُحسب موازياً لسطح  
الافق ومن تلقاء خاصية السكون التي يشترك فيها كل جسم يتحرك في سطح واحد ابداً او اذا  
تحركت نقطة التعليق يتحرك في سطح يوازي الاول ابداً فاذا خطر شمالاً وجنوباً عند خط الاستواء  
اي في سطح الهاجرة يني على ذلك لانه بحركة الارض من الغرب الى الشرق لا يتحول عن سطح  
عمودي ماراً بنقطة التعليق ولو كان ذلك السطح ينقل كل لحظة

اذا فُعل ذلك عند القطب لا يتحرك نقطة التعليق من موضعها بل تتحرك الارض تحتها ١٥°



كل ساعة والثقل ينفى في سطحه الأول فالامركانه دار في رسم اقطار دائره كامله في ٢٤ ساعة على نسق ١٥ كل ساعة فاذا أجري العمل بين خط الاستواء والقطب بتحوّل عن الخط الأول بالظاهر ونسبة الانحراف : ١٥ :: جيب العرض :  $\frac{1}{4}$  ق

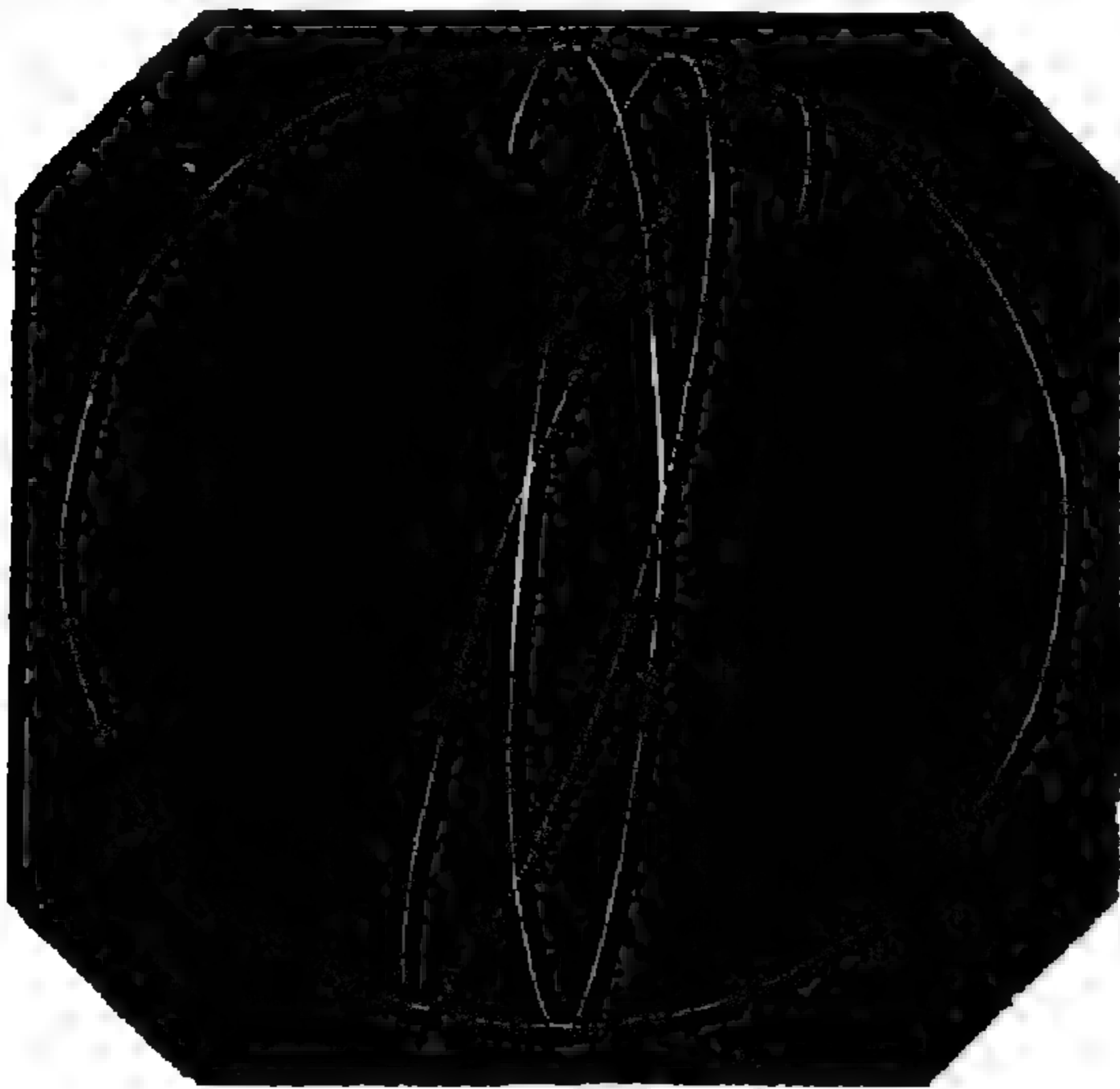
ويبرهن دوران الارض على محورها ايضاً من مبادرة الاعتدالين كما سيأتي في محله (١١٨) علّق ثقلاً بواسطة شريط طويل فوق مائدة مستديرة السطح واجعله ان يخطر في سطح الهاجرة حتى لا يتعرف بقوة دافعة الى احد الجانبين عند تحريكه فاجذبه الى الجنوب او الشمال بخط دقيق



شكل ٤١

ثم افلته باحراق الخيط فيبتدئ يخطر في سطح الهاجرة ثم اذا لاحظته عند طرفي قوس الخطران ترى انه بالظاهر قد مال عن سطح الخطران الأول فالطرف الشمالي يكون قد تحرك في السموت نحو الشرق والجنوبي نحو الغرب اذا كان العمل في النصف الشمالي وبالعكس في النصف الجنوبي وبعد حين يرى ان الخطوط المرسومة على المائدة ليست هي خطوط مستقيمة كما كانت لو بنيت المائدة ثابتة بل هي منحنيات مثل المرسومة في ( شكل ٤١ ) كلها تتقاطع في مركز المائدة

فلو حدث الزيفان عن السطح الأول من تحريف الثقل بالتحريك الأول لما رسم منحنيات من النوع المذكور بل من النوع المرسوم في ( شكل ٤٢ ) اما المنحنيات من النوع الأول فهي نفس ما ينتضيه الخطران في سطح واحد ودوران المائدة تحت الثقل . اي قد حمل جانب المائدة الجنوبي الى الشرق اكثر من الجانب الشمالي فكانها قد تحركت في سطحها على مركزها



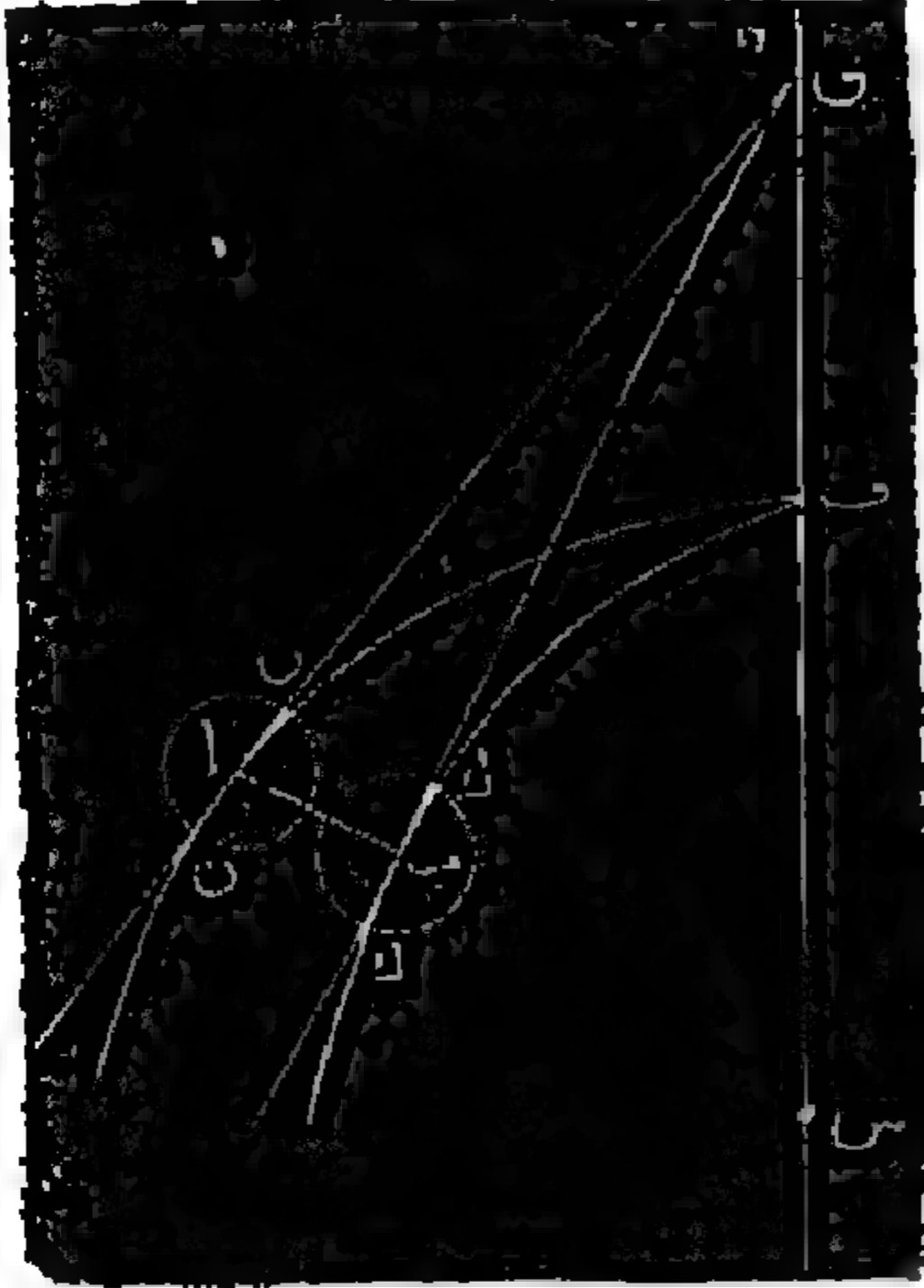
شكل ٤٢

وهذه الحركة دائره كامله في ٢٤ ساعة عند القطب ولا شيء عند خط الاستواء كما هو واضح لاقل تأمل والعمل اوضح كلما تقدّم العامل



نحو القطب كما يتضح من شكل ٤٣

ليكن ف (شكل ٤٣) القطب الشمالي وس مركز الارض وس ف ق محورها بعد اخراجه



شكل ٤٣

واوب وضع المائنة في وقتين بينها دقيقة مثلاً فيها قد دارت الهاجرة ا ف ١٥ حول ف حتى صارت في ب ف فسطح المائنة تماس لسطح الارض فاذا اخرج من ا او من ب يلاقي المحور عند ق راس مخروط قاعدته الدائرة اليومية للهل وفي هذه المدة السيرة بحسب سطح المخروط ق ا ب مستويًا فتكون حركة المائنة كأنها قسم من ذلك السطح وكأنها دوران حول ق والنقطة من محيطها المتجه نحو ق وهي عند ا تنفي متجهة الى ق بعد نقلها الى ب والقطر الموافق الهاجرة ينقل من الوضع ن ن الى الوضع ك ك وبينها الزاوية ا ق ب وهي لاتيء عند خط

الاستواء اي الماس لا يلاقي المحور وعند القطب هي نفس الزاوية الكروية ا ف ب

(١١٩) ان كثافة الارض بالنسبة الى كثافة الماء :: ٥٦٧ : ١ اي ثقلها النوعي = ٥٦٧

وقد تأكد ذلك من امتحانات كثيرة منها ما أجري على جبل عال في اسكونلاندا على هذه الكمية



شكل ٤٤

ليكن ج (شكل ٤٤) الجبل ب ود مقامين الواحد على جانب السماوي والآخر على جانب الجبوي وهما على هاجرة واحدة ون نجما ون غ ن ي بعد انقم عن سمت الراس للمقامين معروف بالقياس بواسطة نظارة سمتية فلولا الجبل لدل ميزان النظارة على سمت الراس غ وي وجاذبية الجبل قد حرفة الى غ وي فتمى وصل النجم ن الى خط نصف النهار قبس ن ي ثم في اليوم التالي ن غ وقد عرف ن ي ن غ اي فضلة عرض المقامين فعرف انحراف الميزان عن العمودية بجاذبية الجبل فوجد غ غ ي ي =

١١٧ اي ثقل الميزان الدال على الخط العمودي انحراف عن العمودية اكثر من ١١ بجاذبية الجبل ثم بقياس الجبل في جهات مختلفة منه حسب جرمه وكثافته ونسبة جرم الجبل : كثافته :: جرم الارض : كثافتها . ووجد من ذلك كثافة الارض ٥٦٧٣

(١٢٠) وقد استعمل بعضهم كثافة الارض حديثاً سنة ١٨٧٣ بواسطة ميزان القتل الذي اخترعه

كأنديس في القرن الماضي فوجد أن معدّلها في الصيف ٥٦٥ وفي الشتاء ٥٠٥ ومعدّلها ٥٣٥  
 أن حسبنا وزن قدم ماء مكعب ٦٢ ليبراً يكون وزن الأرض

..... ٦٠٦٩ طون

فضلاً عن وزن الهواء وعلى افتراض علو الهواء ٢٧ ميلاً فقط يكون ثقله وحده

..... ٥١٧٨ طون

ولكن أجراء سطح الأرض ليس لها هذه الكثافة والنتيجة أن كثافة اجزائها الداخلية أكثر من كثافة  
 اجزاء سطحها وهذا مثبت الزعم بأنها كانت سائلة لأن السائل عند حموده تجذب اجزائه الكثف  
 الى نحو مركز الجاذبية

أن معرفة كثافة الأرض امر كلي الاعتبار لانه منها يستعلم كثافة الاجرام السموية ومن كثافتها  
 مقدار جاذبيتها ومن ذلك فعلها في حركات الاجرام الأخر

وزعم اسحق نيوتون بان كثافة الأرض ٥ او ٦ مرات كثافة الماء وذلك قبل استعلامها  
 بزمان طويل

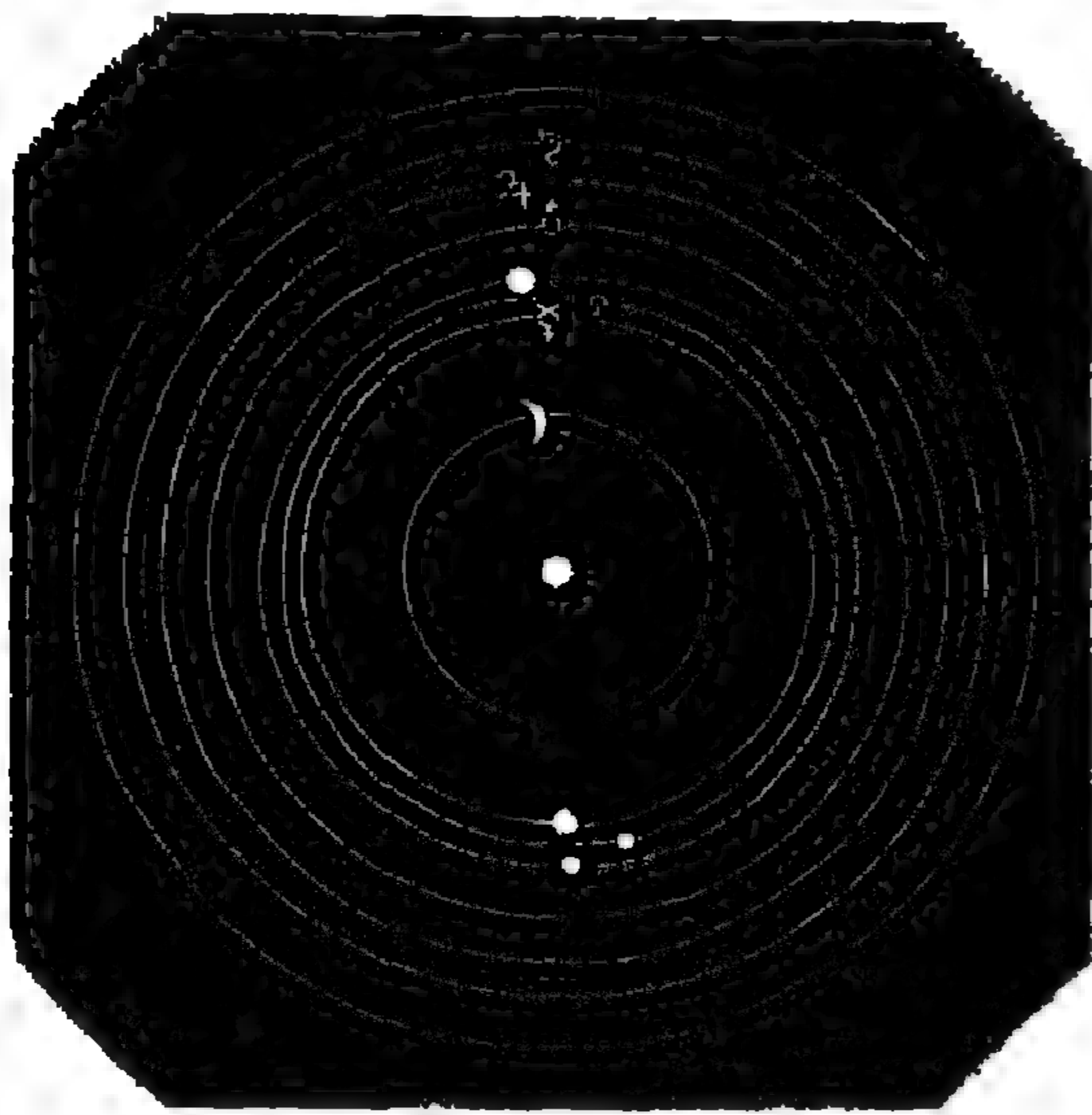




## الجزء الثاني

### في النظام الشمسي

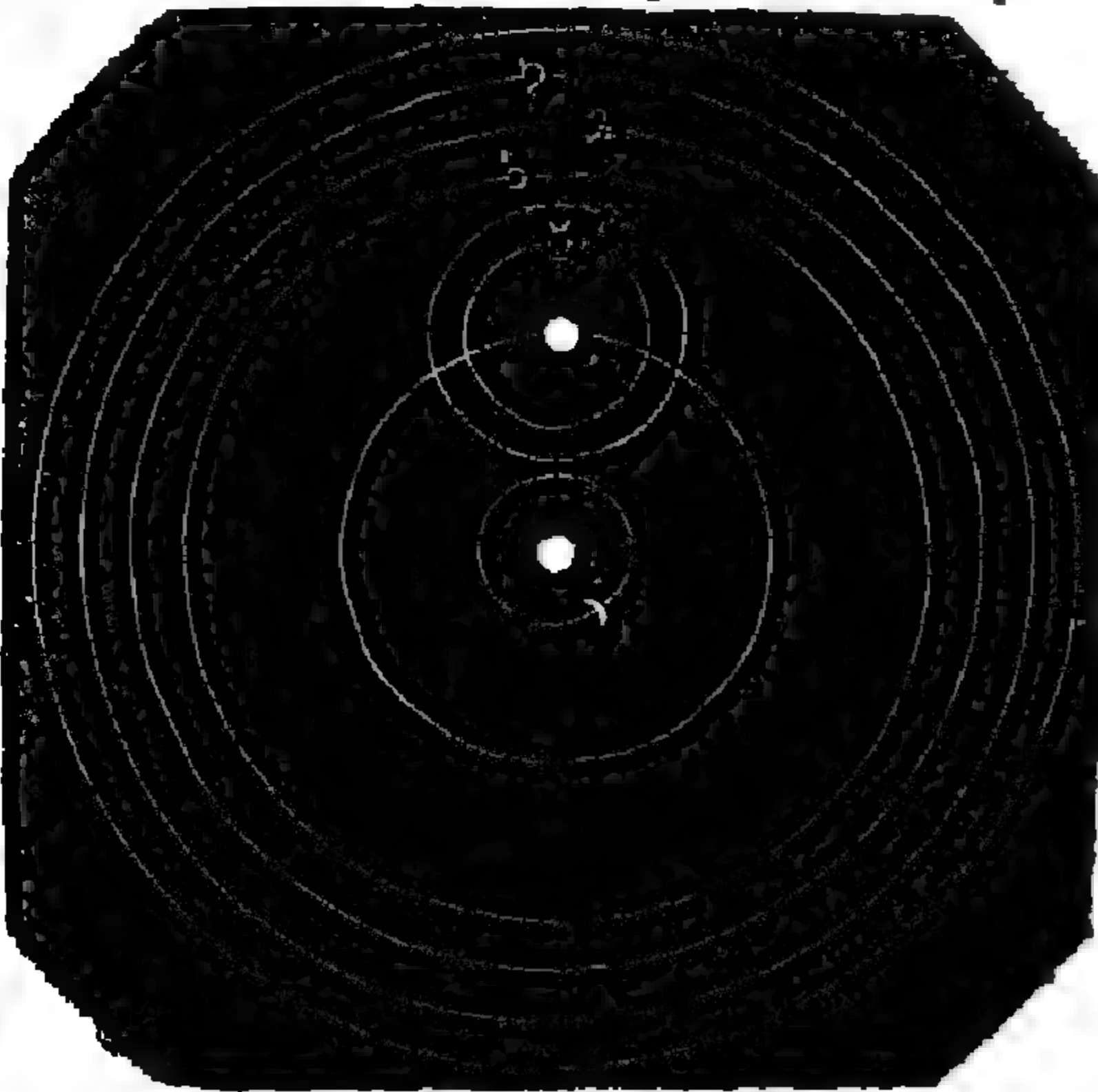
(١٢١) في ما تقدم قد نظرنا الى الارض من جهة نسبتها الى الاجرام السموية فلننظر الآن



النظام البطليموسي شكل ٤٥

الى النظام الشمسي اي الاجرام التي لها حركات حول الشمس واولاً الى الشمس نفسها ثم الى القمر ثم الى السيارات ثم الى النجوم ذوات الاذنان الاراء من جهة النظام الشمسي اربعة الاول الراي البطليموسي نسبة الى بطليموس من مدرسة الاسكندرية صاحب كتاب المجسطى عاش نحو ١٢٠ ق م وعلم بان الارض في المركز وكل السيارات تدور حولها اولاً القمر ① ثم عطارد ② ثم الزهرة ③ ثم الشمس ④ ثم المريخ ⑤ ثم المشترى ⑥ ثم

زحل ⑦ اما ارستارخوس من جزيرة صاموس ق م ٢٨٠ فعلم حسب راى ارخميدس وفلو طرخوس ان الارض تدور حول الشمس فشيكي عليه بالكفر وبعد ذلك بنحو ٢٠ سنة علل كليا ثوس من اسوس عن ظواهر الاجرام السماوية بثبوت الشمس ودوران الارض حولها ودورانها على محورها وهو ايضا شيكي عليه امام المحكام لاجل الكفر بسبب مضادة هذا الراء الراء الثانية

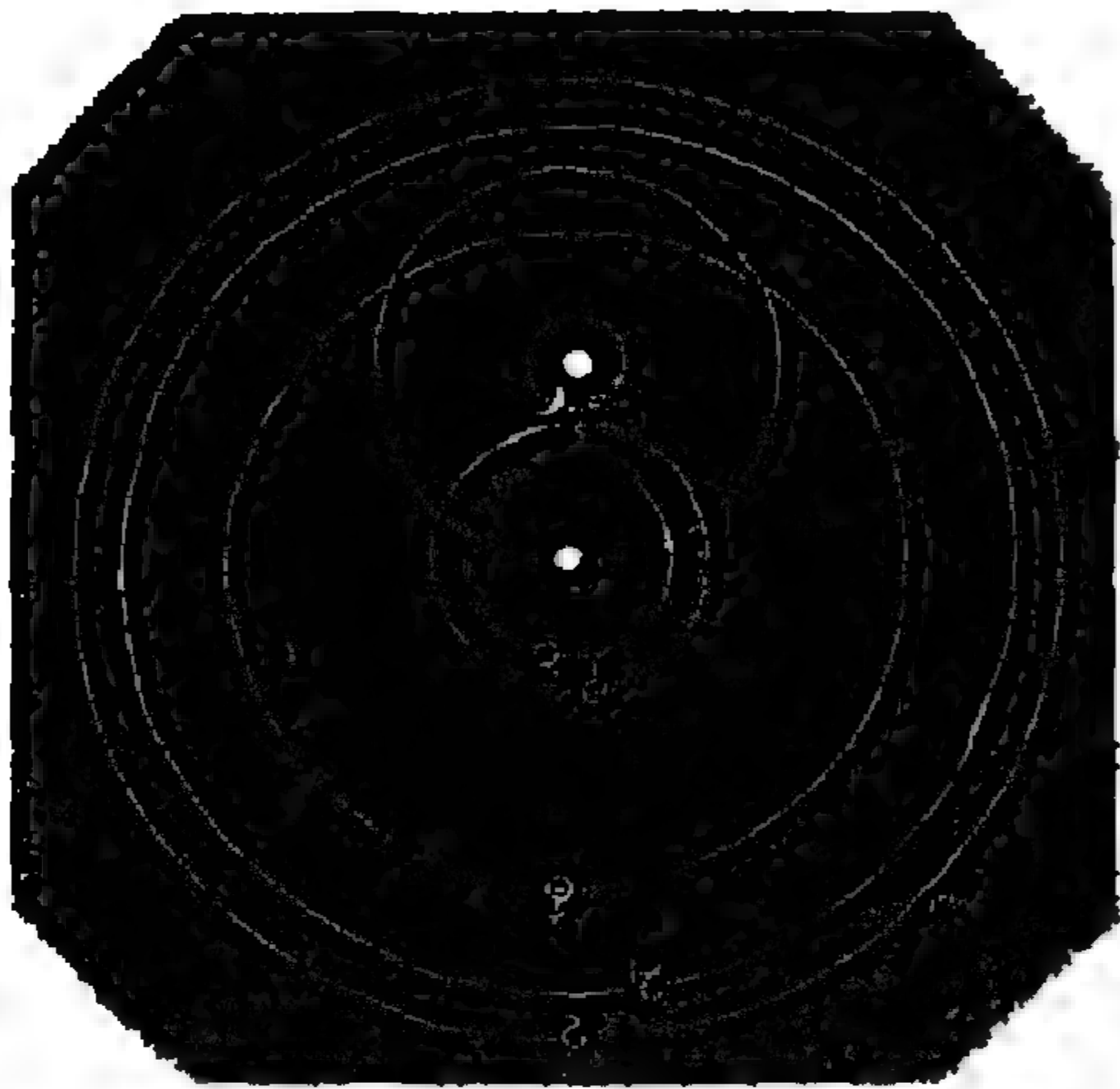


النظام المصري شكل ٤٦

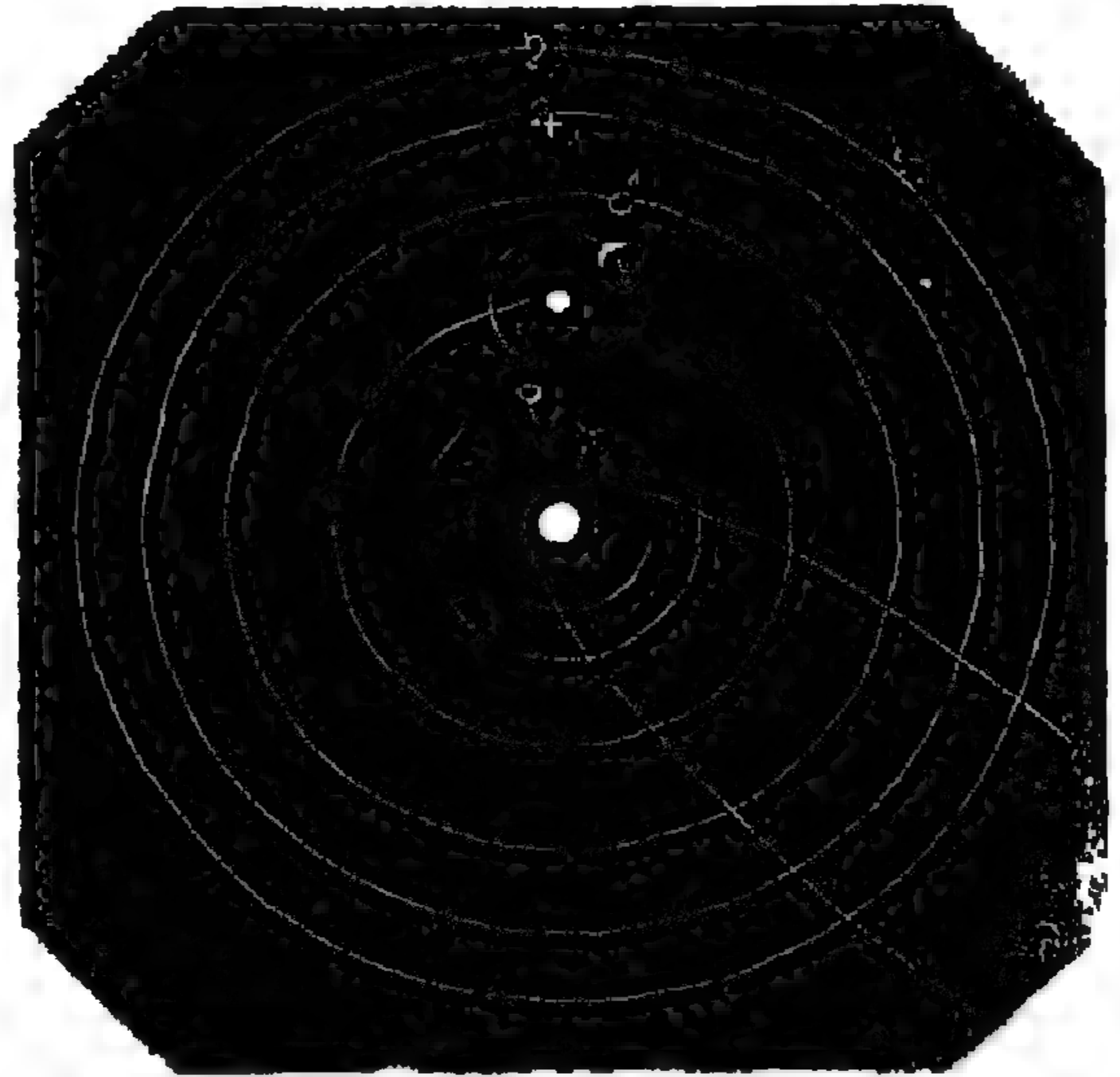
الثاني المصري واختلف عن البطليموسي بان جعل عطارد والزهرة قمرين للشمس بدوران حولها



وبقي الرأي البطلمي غالبا مدة اقران كثيرة الى القرن الخامس عشر من التاريخ المسيحي لما قام كوبرنيكوس وعلم بثبوت الشمس ودوران السيارات حولها اولاً عطارد ثم الزهرة ثم الارض ثم المريخ ثم المشتري ثم زحل واشهر رايه في كتابه المعنون بحركات الاجرام السموية فحكم مجمع فحص كنيسة رومية عليه بالهرطقة ونهى عن اشهار كتابه وعن قراءته ولو طالت بدم لحرقوا صاحبه واضطهدوه كما اضطهدوا الفيلسوف جليليو في شيخوخته



النظام التبغوي شكل ٤٨



النظام الكوبرنيكي شكل ٤٧

الرأي الرابع المستحق الذكر رأي تيغوبراخي جعل الارض في المركز ثابتة ثم القمر يدور حول الارض ثم الشمس تدور حول الارض وعطارد والزهرة وسائر السيارات تدور حول الشمس اقاراً لها ثم قام كبلرو واسحق نيوتون وبيننا صحة الرأي الكوبرنيكي فاندثرت بقية الآراء كلها

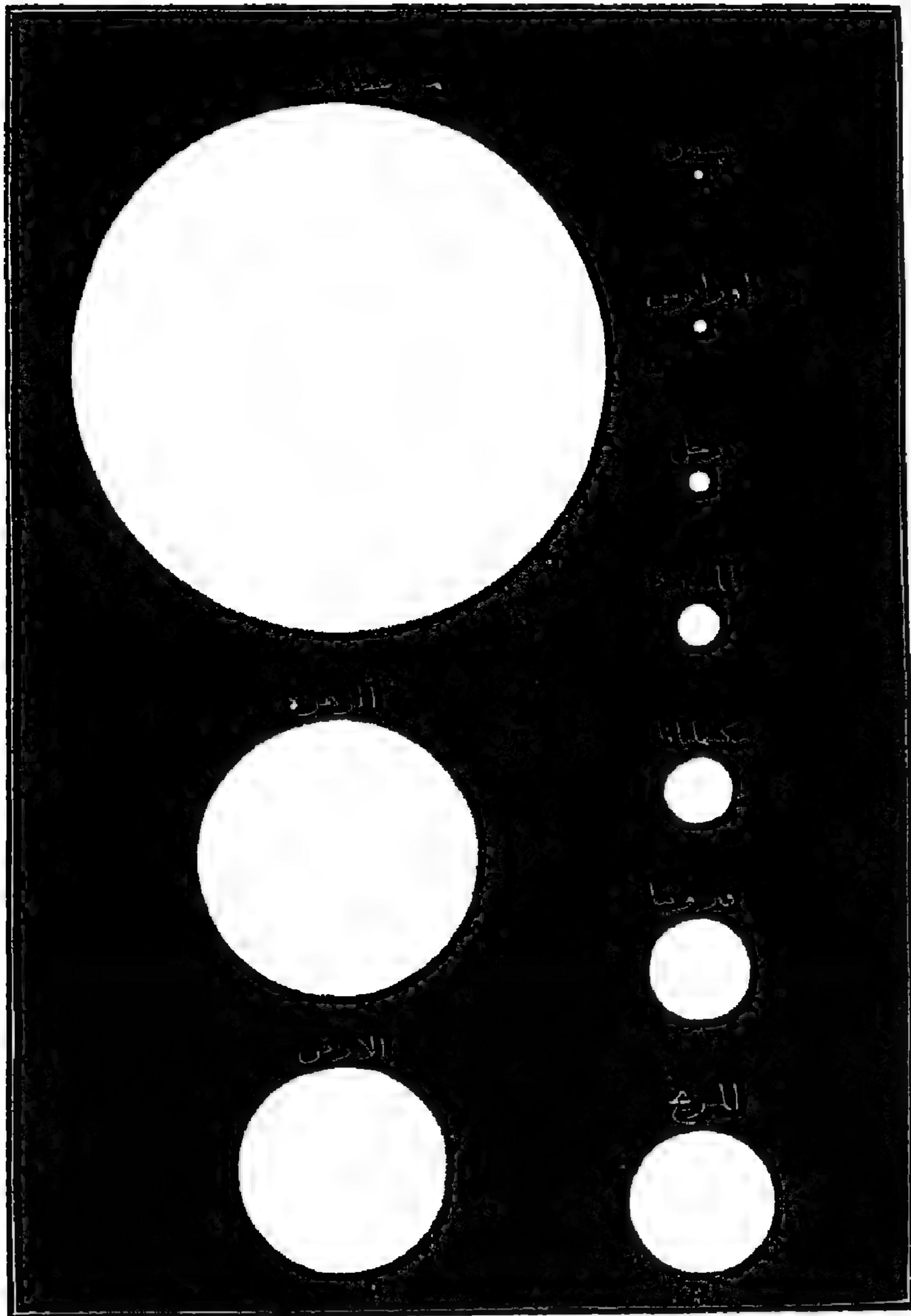
## الفصل الاول

### في الشمس والنور البرجي

(١٢٢) ان العين المجردة لا تستطيع النظر الى الشمس من شدة نورها . ولو نظرت اليها بنظارة لا تأتت بالحوال من زيادة النور والحرارة فيستعان ببلورات ملونة تكسر حدة النور او بقطعة عينية تدخل في النظارة ترسل بعض نور الشمس الى العين فقط ويمكن النظر اليها بالعين المجردة احياناً اذا حجبها ضباب او سحابة بعض الاحجاب وايضاً صباحاً ومساءً وهي بقرب الافق فنراها

فرصاً مستديراً نيراً كل اقطارها متساوية غير انّه قد تختلف اقطارها بالظاهر وهي بقرب الافق بسبب الانكسار كما سوف يتضح في محاور

ثم ان قطرهما الشمس الظاهر في اول كانون الثاني اطول مما هو في اول تموز وهو يصغر قليلاً



شكل ٤٩

قطر الشمس منظورة اليها من السيارات

كل يوم بين ١ ك و ٢ ك ياخذ بالزيادة ايضاً حتى يعود كما كان في ١ ك ٢ وسبب ذلك ان الارض اقرب اليه في ١ ك ٢ ما هي في سائر السنة وابتعد عنها في ١ ك ٢ فكل ما كان الجرم قريباً ظهر اكبر وكل ما بعد صغر جرمه الظاهر فلا بد من ظهور الشمس في عطارده اقرب السيارات اليه

أكبر جدًا ما تظهر في نبتون ابعاد السيارات عنها وقطرها الظاهر من عطارد  $82' 49''$  ومن نبتون  $4' 1''$  وحرارة الشمس ونورها في عطارد  $67' 6''$  وفي نبتون  $0.001$  على افتراضها في الأرض واحدًا أسية في عطارد  $6670$  مرة ما هما في نبتون وللإعانة على تصور هذا الامر قد رسمنا هنا قطر الشمس الظاهر عدد كل واحد من السيارات رسمًا نسبيًا (شكل ٤٩)

(١٢٣) ان معدل بُعد الأرض عن الشمس هو المعتمد عليه قياسًا في الحسابات الفلكية أي يُعتبر هذا البعد واحدًا ثم يقال ان المسافة الفلانية هي كذا وكذا امثال بُعد الأرض عن الشمس فينتضي استعمال ذلك البعد بكل تدقيق ولأجل معرفته يقتضي أولًا معرفة اختلاف الشمس الافقي الاستوائي وهو يستعلم من عبور الزهرة على وجه الشمس كما سيأتي بيانه. ومن عبور الزهرة الذي حدث سنة ١٧٦٩ حسب الاختلاف الافقي الاستوائي على معدل بُعد الشمس  $5776' 8''$  فـ لأجل استعمال بُعد الشمس لنا هذه النسبة (شكل ٥٠)



شكل ٥٠

(٢٩)

جيب ب ش ت :  $\frac{1}{4}$  ق :: ب ت : ب س  
أي جيب  $5776' 8''$  :  $\frac{1}{4}$  ق ::  $176' 2956$  : ب س

$\frac{1}{4}$  ق .....  $10^6$

نسب  $176' 2956 = 30972704$

$12' 5972704$

جيب  $5776' 8''$   $5' 6182106$

$7' 9790748 = 95294000$  ميل

أو جيب  $5776' 8''$  متمة الحسابي  $4' 2817894$

$10^6$  .....  $10^6$  ..... ..

$\frac{1}{4}$  ق = ب  $90^\circ$

$\frac{1}{4}$  ق الأرض

$4' 2817894 = 24.87^2 =$

ش ب =

= امثال نصف قطر الأرض في بُعد الشمس و  $24.87^2 \times 176' 2956 = 95294000$

كما تقدم



(١٢٤) وفي سنة ١٨٥٧ أشار سيرجورج أبرييه رئيس مرصد كرينويج باستعلام اختلاف الشمس الافقي من تحريف المَرَّيخ عن موضعه في صعود مستقيم عند رصد وهو بعيد عن الهاجرة شرقاً وغرباً وذلك من مرصد واحد والسيار في الاستقبال وعلى اقل بعد عن الارض كما كان في الاستقبال سنة ١٨٦٠ و١٨٦٢ وكما يكون ١٨٧٧ فرُصد بكل تدقيق من مرصد فكتوريا في وِلس الجديدة الجنوبية ومن تلك الرصد حسب الاختلاف الافقي الاستوائي  $8^{\circ} 9' 22''$  وقبل ذلك في سنة ١٨٦١ قرر لافرييه والفرانسواي ان اضطرابات حركات الارض والزهرة والمَرَّيخ لا يعمل عنها الا باتخاذ الاختلاف الشمسي اعظم من قيمته المحسوبة من عبور الزهرة سنة ١٧٦٩ اي  $8^{\circ} 5' 77''$  وعلى ما ظهرت حسب  $8^{\circ} 9' 50''$  ومن رصد المَرَّيخ في بلنكوف وراس الرجاء الصالح حسب  $8^{\circ} 9' 64''$  وقبل ذلك في سنة ١٨٥٤ بينما كان هانسن من كوئا يصطنع زيجات للقمر كاتب رئيس مرصد كرينويج قائلاً ان اختلاف الشمس الافقي المعتمد عليه اقل من الحقيقة وفي سنة ١٨٦٣ حسب  $8^{\circ} 9' 109''$

 $8^{\circ} 5' 78''$ 

القيمة القديمة المحسوبة من عبور الزهرة

 $8^{\circ} 9' 16''$ 

قيمة هانسن من معادلة اختلاف القمر

 $8^{\circ} 9' 64''$ 

" ونكي من رصد المَرَّيخ

 $8^{\circ} 9' 30''$ 

" " " " " "

 $8^{\circ} 9' 50''$ 

" لافرييه من اضطراب المَرَّيخ والزهرة والقمر

 $8^{\circ} 9' 64''$ 

المعدل

وهذا الاصلاح القليل في زاوية الاختلاف الشمسي اية  $0^{\circ} 26'$  من القوس يجعل معدل بعد الشمس  $91,430,000$  ميل . ومقدار الاصلاح نحو غلط شعرة انسان على بعد ١٢٥ قدماً عن الناظر فيظهر من ذلك دقة هذه الحسابات . وسوف نتحقق هذه القيمة او نُصلح من رصد عبور الزهرة في كانون ١٨٧٤ سنة

(١٢٥) ويعين على ادراك بعد الشمس الشاسع اعتبارنا حركة النور وهي  $192,000$  ميل كل ثانية فيقتضي للنور ٨ دقائق و١٧ ثانية لكي يصل من الشمس الى الارض . اما الصوت فيسير ١١٥ قدماً كل ثانية فلو امتد الهواء الكروي الى الشمس حتى يكون قطع صوت تلك المسافة ممكناً لاقتضى لذلك ١٤ سنة وشهران وطائر يطير كل ساعة ٢٠ ميلاً ينتهي الى الشمس بعد ٢٤٧ سنة (١٢٦) لاجل استعلام قطر الشمس الحقيقي يقتضي قياس قطرها الظاهر واذ عُرِف بعدها فاستعلام قطرها سهل . اما معدل قطرها الظاهر فهو  $2' 24''$  نصفه  $1' 12''$   $= 1''$  اس

(شكل ٥١) فلنا هذه النسبة

(٤٠)

١/٢ : جيب ا ي س :: ي س : ا س

$$\frac{1}{2} : \text{جيب } 16' 17'' :: 90294000 : \text{ا س} = 444200$$

$$\text{او } 91430000 : \text{ا س} = 426290$$

فعلى البعد الاول يكون قطرها ٨٨٦٠٠ ميلاً

وعلى " الثاني " " ٨٥٢٥٨٠ ميلاً

ولا نستطيع عند قطبيها فقطرها التطبي بعدل قطرها الاستوائي على ما علم الى الآن



شكل ٥١

اذا انقسم انقطر الظاهر لجرم سماوي على مضاعف اختلافه الافقي يكون الخارج نسبة ١/٢ قطره الى ١/٢ قطر الارض لان مضاعف اختلافه الافقي انما هو قطر الارض كما يترايا لناظر في ذلك الجرم وعلى ابعاد متساوية تكون المقادير الظاهرة مناسبة للمقادير الحقيقية

(١٢٧) قيمة "ا" على معدل بعد الشمس = ٤٤٨ ميلاً فند يكون قطرها التطبي اقصر من

الاستوائي ولا يشعر بذلك بالوسائط المعروفة الآن لقياس الزوايا

(١٢٨) اذا اعتمدنا على الكمية الثانية دلالة على قطر الشمس يكون قطرها ١٠٨ امثال قطر

الارض اية اذا وضعت ١٠٨ اروض مثل ارضنا مجانبة نمد من جانب الشمس الى الجانب الآخر

واذا اعتمدنا على القيمة الاولى لقطر الشمس يكون ١١٢ مثل قطر الارض

الكرات تتغير ككعوب اقطارها فنسبة جرم الشمس الى جرم الارض

$$108 : 1 = 1309700 : 1 \text{ تقريباً}$$

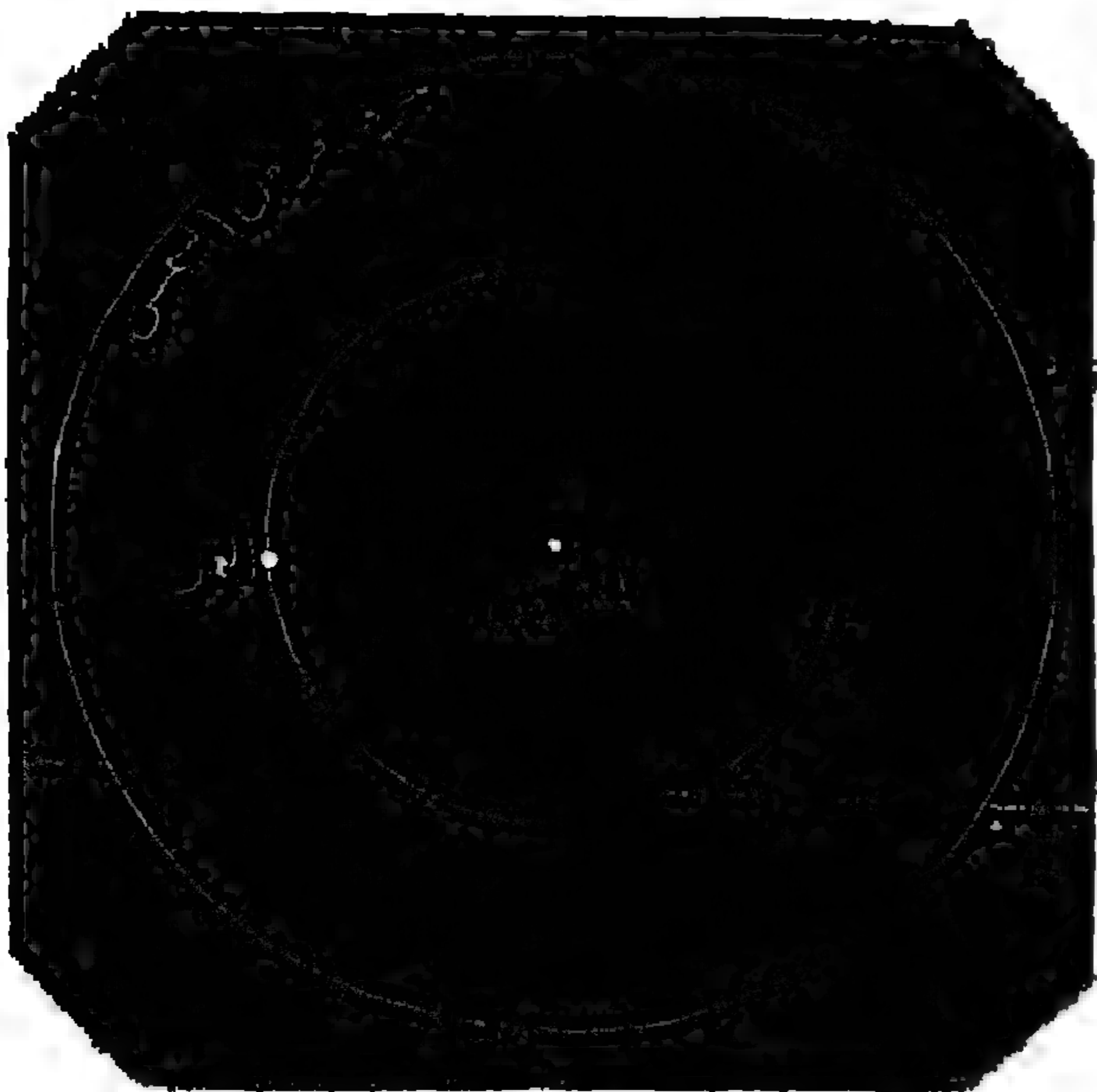
$$\text{او } 112 : 1 = 1400000 : 1 \text{ تقريباً}$$

وقد حسب جرم الشمس ٦٠٠ مرة مجتمع اجرام كل السيارات واقارها معاً فلو وضعت الشمس

بحيث يكون مركزها في موضع مركز الارض لامتد محيطها ٢٦ مثل قطر الارض ابعاد من القمر كما

بتضع من شكل ٥٢

(١٢٩) لاجل استعمال محيط الشمس اضرب النظر ٨٥٢٥٨٠ X ١٤١٥٩ = ١٢١٤١٥٩



شكل ٥٢

نسب  $852580 = 93.7351$

"  $314159 = 4971499$

ميل  $2678500 = 4278850$

وإذا حسبنا قطرها  $888600$  ميل

يكون محيطها  $2785400$

أما مساحتها بالنسبة إلى مساحة الأرض فليكون مساحة الكرات بالنسبة إلى مربعات أقطارها

لنا  $108 : 1 :: 11664 : 1$

أو  $112 : 1 :: 12544 : 1$

(١٢٠) قد تقدم أن جرم الشمس

نحو  $1259700$  مثل جرم الأرض وقد ظهر

بواسطة سياني بيانها أن مادة الشمس الطيف من مادة الأرض وإن نسبة مادتها إلى مادة الأرض

كنسبة  $1259700 : 1$  فتكون نسبة كثافة الشمس إلى كثافة الأرض  $1259700 : 1$

أي  $1 : 1259700$  فإذا كان ثقل الأرض النوعي أي ثقلها بالنسبة إلى الماء  $1000$  كما حسبها بيلي (ع<sup>١٢</sup>)

يكون ثقل الشمس النوعي  $1259700$

(١٢١) أما كيفية استعمال مادة الشمس فقد تبرهن أن الجاذبية تتغير كمقدار المادة وبالقلب

كمربع البعد أي

ج  $\propto \frac{1}{r^2}$  وتبرهن أيضًا أن الجاذبية تتغير كالبعد وبالقلب كمربع المدة (ع<sup>١٤</sup>) أي

ج  $\propto \frac{1}{r^2}$  في المساواة لنا

$\frac{1}{r^2} = \frac{1}{r^2} \propto \frac{1}{r^2}$  أي إذا دار جرم حول آخر فادة الجرم المركزي تتغير ككعب

البعد وبالقلب كمربع وقت دوران الجرم الدائر حوله . فلكي نقابل مادة الأرض التي يدور حولها

القمر بمادة الشمس التي تدور حولها الأرض لنا



$$(٤١) \quad \frac{\text{بعد القمر}}{\text{بعد الشمس}} = \frac{٢٣٨٦٥٠}{٩٥١٣٤٠٠} :: ١ : ٢٥٤٤٠٠٠ \text{ تقريباً}$$

$$\frac{\text{مئة القمر}}{\text{مئة الشمس}} = \frac{(٢٧٢٢)}{(٢٦٥٢٥٦)}$$

ونسبة ٢٥٤٠٠٠ : ١٤٠٠ : ١ :: ٤ : ١ تقريباً كما تقدم  
(١٢٢) اما قوة الجاذبية على سطح الشمس فتستعمل ما تقدم من جهة نسبة مادة الشمس الى

مادة الارض . لانه قد تبهرن ان ج  $\frac{٢}{١}$   $\frac{١}{٢}$   $\frac{١}{٢}$

فلنفرض و = الوزن على سطح الارض و  $\frac{١}{٢}$  الوزن على سطح الشمس فلنا

$$(٤٢) \quad \frac{١}{٢} : \frac{٢٥٤٠٠٠}{٢٨١١٣} :: ١ : ٢٨$$

اي وزن جسم على سطح الشمس ٢٨ مرة وزنه على سطح الارض فان سقط جسم على سطح الارض  $\frac{١}{٢٨}$  قدماً في الثانية الاولى فعلى سطح الشمس يسقط  $\frac{١}{٢٨} \times ٢٨ = ١$  قدماً في الثانية الاولى من سقوطه

(١٢٣) الشمس بالنسبة الى الارض والسيارات ثابتة فاذا قلنا الشمس اشرقت او غابت او الشمس تتحرك من برج الى برج كل شهر فالمعنى الحركة الظاهرة وهي حاصلة من حركة الارض لا حركة الشمس وهي بالنسبة الى الثوابت واحدة منها وموقعها في المجرة

الشمس كرة تحيطها مادة نيرة ترسل بالاشعاع نورها وحرارتها الى ابعد من السيارات يتون اية اكثر من ٢٧٠٠ الف الف ميل وقد حسب ان الارض تال ... من حرارة الشمس وكل تأثيرها في الارض هو من هذا القسم الجزئي من حرارتها ونورها فكلها يفوق الادراك وعلى حساب بعضهم حصة الارض السنوية تكفي لتذويب صفيحة جليد كاسية كل سطح الارض عمقها ٥٠ ذراعاً وعلى حساب بعضهم نورها يضاهي نور ٥٥٦٢ شمعة من السيارات على بعد قدم واحد اما نور القمر فحسب انه يضاهي نور شمعة على بعد ١٢ قدماً فيزيد نور الشمس على نور القمر ٨٠١٠٧٢ مرة وحسب بعضهم ٦١٨٠٠٠ مرة

(١٢٤) ينبغي الاحتراس من النظر الى الشمس بالعين المجردة لئلا تؤذي بشدة النور والحرارة ولو نظير الى الشمس بنظارة بدون واسطة لتوقية العين لانتقلت بالحال ويمكن تأكيد سطح الشمس بسهولة اذا ألقيت صورتها على قرطاس بواسطة نظارة بعد وضع حاجب بين طرفها ليقع ظلها على

القرطاس فعند النظر الى سطح الشمس بهذه الواسطة او راساً بواسطة قطعة عينية مناسبة تلاحظ اربعة اشياء (١) الكلف (٢) المشاعيل (٣) التبييع (٤) الكرة الغازية المحيطة

(١) الكلف. هي على هيئات مختلفة غير ثابتة موضعاً وشكلاً وقلما يخلو وجه الشمس منها تارة تكثر واخرى تقل متفرقة على وجهها كما في الصورة الاولى (شكل ٥ و ٦) وفي رصد شواي من دسار مدة ٣٠ سنة في بعض السنين لم تغل الشمس من كلف يوماً واحداً وفي بعض السنين خلت يوماً واحداً وفي البعض خلت ١٩٣ يوماً

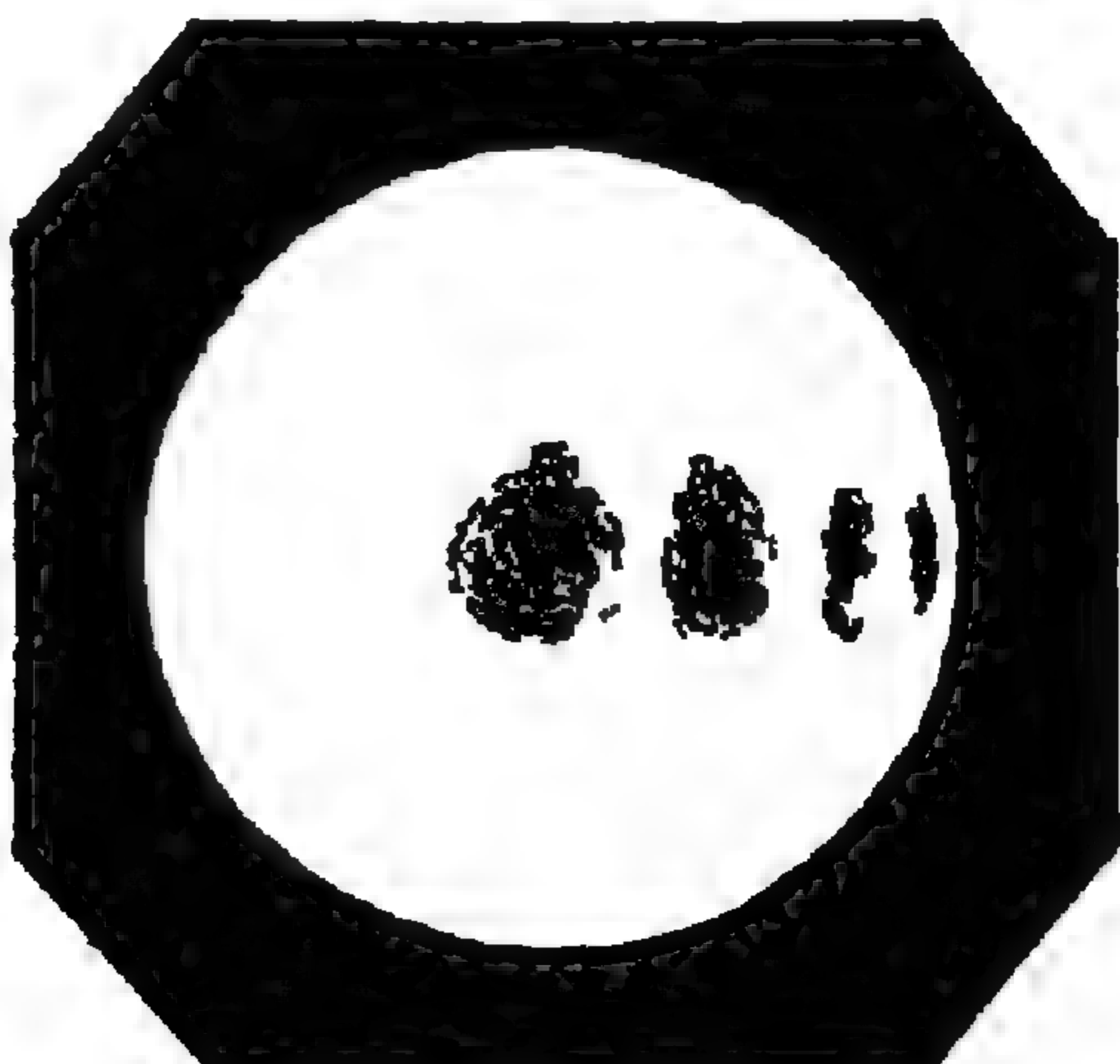
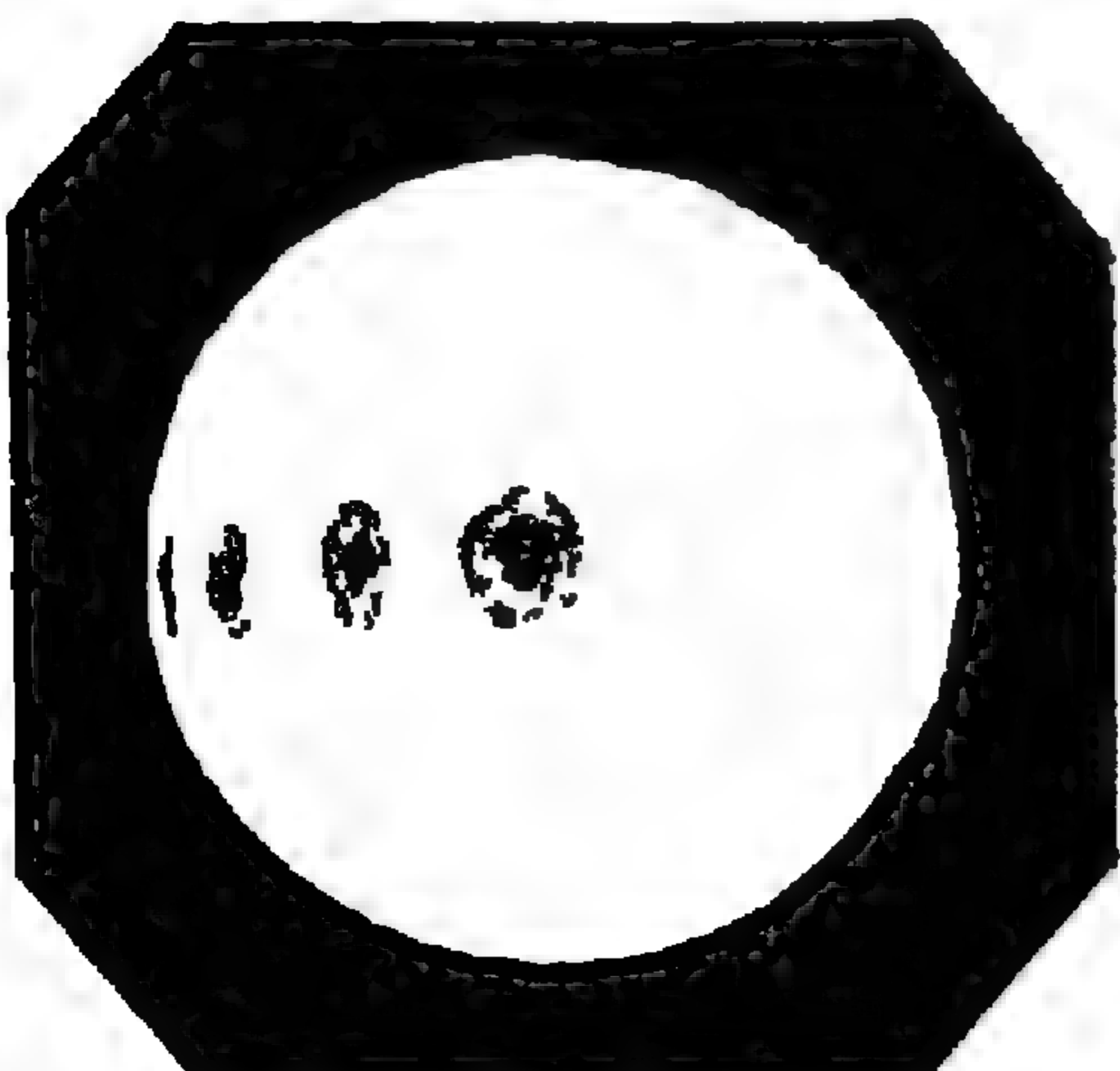
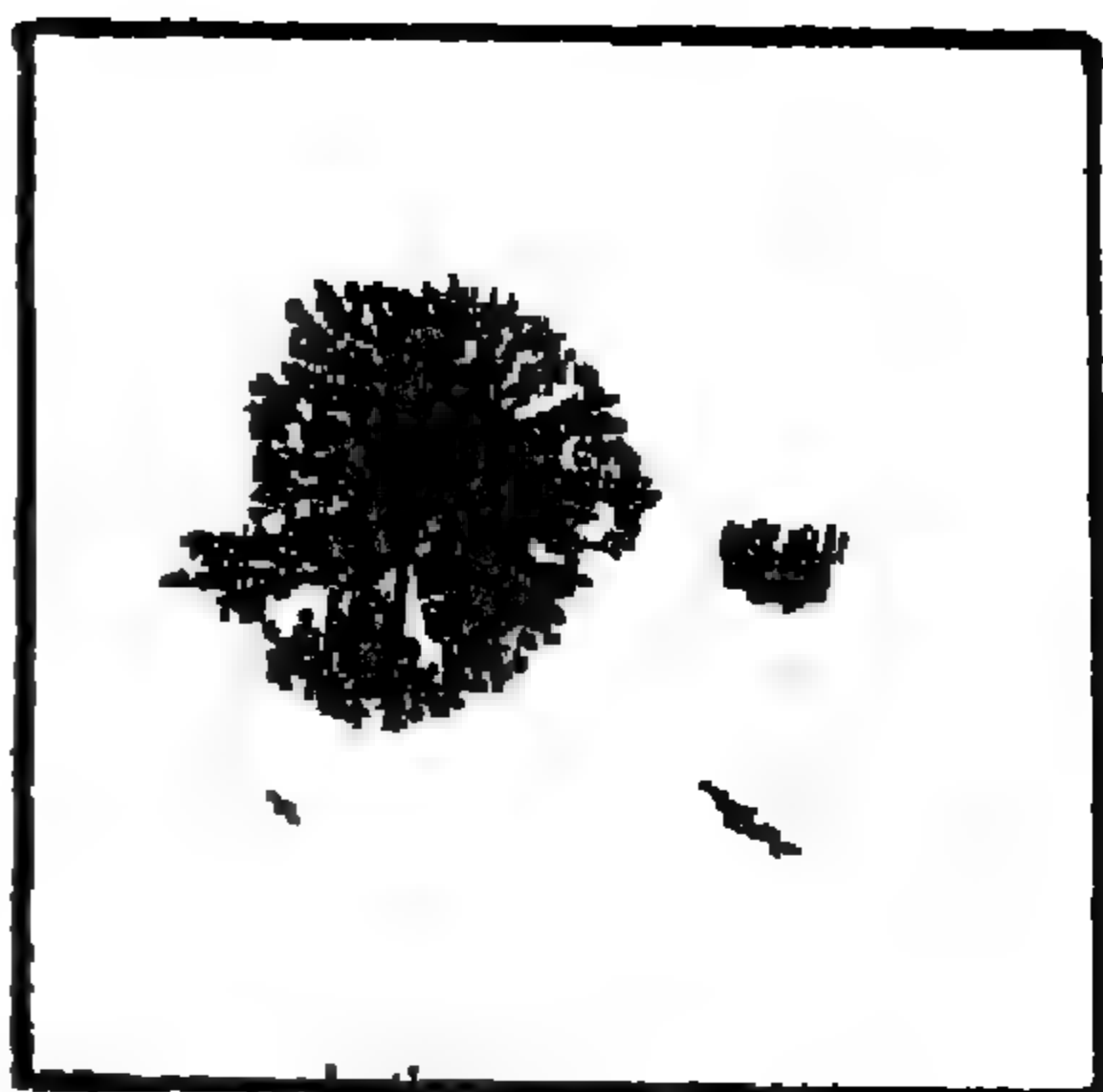
(١٢٥) ان لم تكن الكلفة صغيرة جداً يرى لها قسمان الذواة السوداء والظل حول الذواة (انظر الصورة الاولى) اما الذواة السوداء فربما تكون سوداء بالنسبة الى شدة النور حولها كما يتضح من الفاء نور الشمس على قسم من قرطاس ابيض فان القرطاس في القسم غير المصاب بنور الشمس يبان اسود بالنسبة الى شدة بياض القسم المنور. وتارة يشتد سواد الذواة وتارة يضعف اما الظل فمساحة الذواة كنسبة ٧ الى ٢ تقريباً وهو افتح لوناً وعند حافته حول الذواة تتوات نطف على الذواة تشبه ورق الصفصاف هيئة وتارة تمتد قنطرة فاكثر من وربقات الصفصاف من جانب الكلفة الى الجانب المقابل فتفصل الكلفة الواحدة الى قسمين او الى عدة اقسام (انظر صورة ٢) فكان الكلفة حدث من تفرق شديد على سطح الشمس دفع مادة الكرة النيرة الى كل الجهات فظهرت هوة عظيمة عميقة ثم اخذت تلك المادة بالرجوع الى موارثها فامتد منها قطع وأسنة من الجانبين حتى التفت. وهذه القناطر تدل على ان الكلفة قد اخذت بالانحفاء والزوال من ذلك الموضع

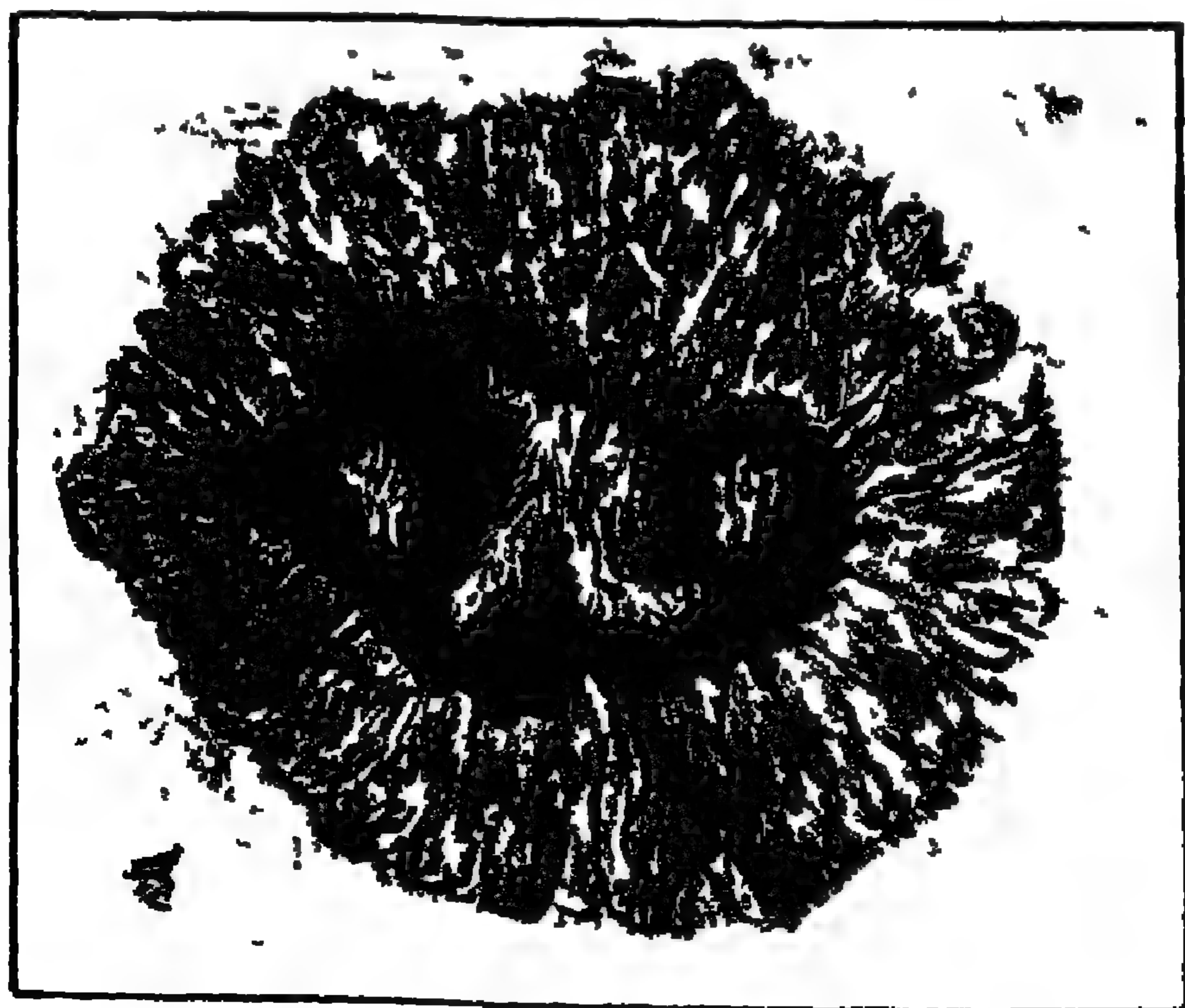
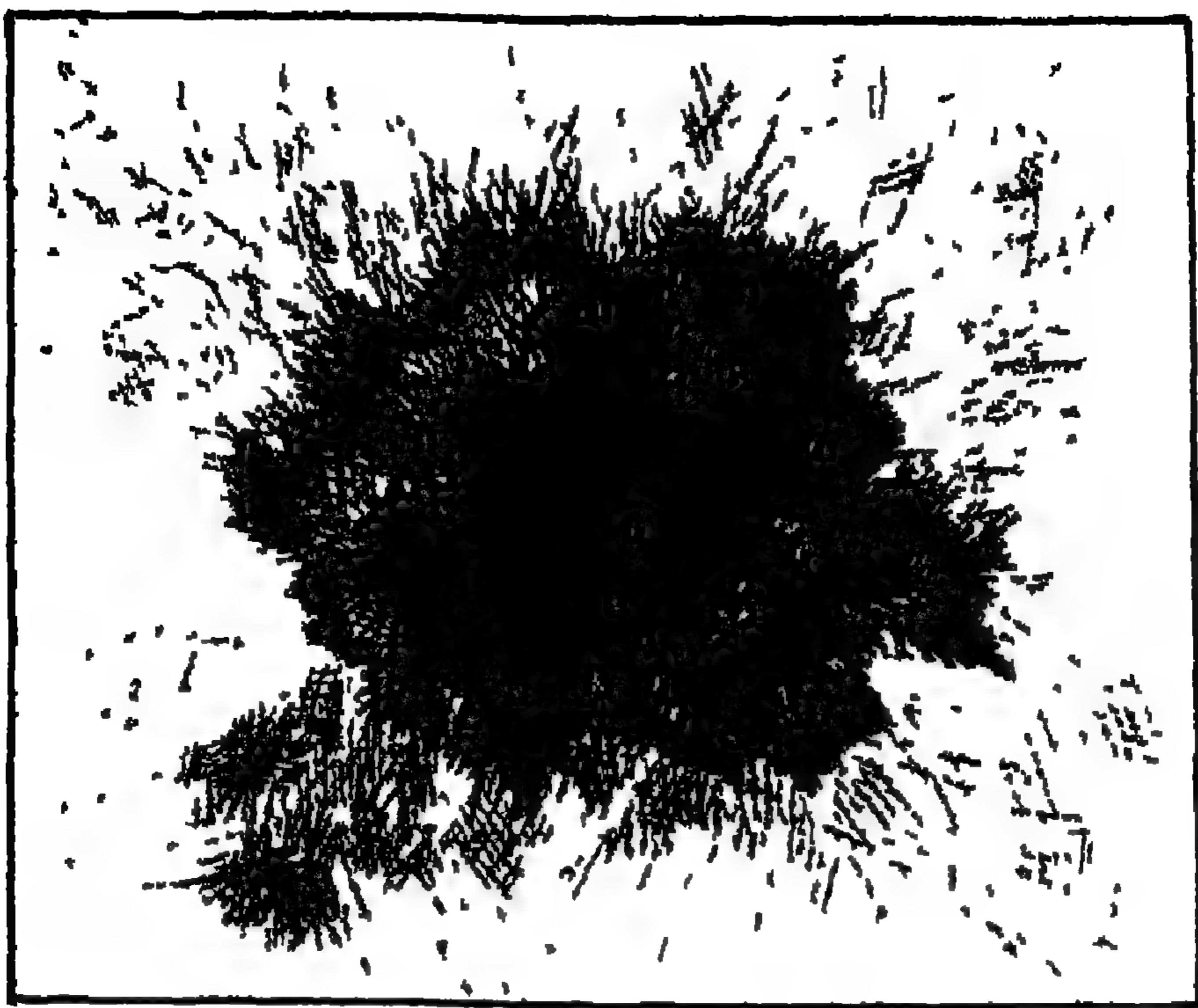
(١٢٦) قد تبلغ الكلفة مساحة عظيمة جداً. ذكرت كلف قطرها ١٤٠٠٠٠ ميل وذكر هرشل الثاني كلفة مساحتها ٢٧٨٠٠٠٠٠٠ ميل مربع واذا اجتمعت عدة كلف بعضها بقرب بعض فقد تمتد على ربع قطر قرص الشمس واذا زادت الكلفة عن ٥٠ " نظراً ترى بالنظر المجرد من وراء ضباب اوزجاج ملون (الصورة الثانية شكل الكلفة رأها نسمث ٢٩ تموز سنة ١٨٦٩ وشكل ٢ كلفة رأها سكي ٢٠ ك ٢ سنة ١٨٦٥)

(١٢٧) ان هذه الكلف لا ترى بقرب قطبي الشمس وهي قليلة عند خطها الاستوائي واكثر حدودها في منطقة حدها الى الشمال من خطها الاستوائي ٢٠ او ٢٥ وكذا الى جنوبيه وذكر لاهير الفرانسوي كلفة في عرض شمسي شمالي ٧٠ ولعله خطأ في الحساب وحدوثها الى شمال خط الاستواء اكثر من حدوثها في جنوبيه غير انه قد لاحظ بعضهم ان كلفة في النصف الشمالي غالباً يعقبها كلفة في النصف الجنوبي مثل الشمالية عرضاً. وعندما ياخذ مجموع كلف في الزوال فذلك







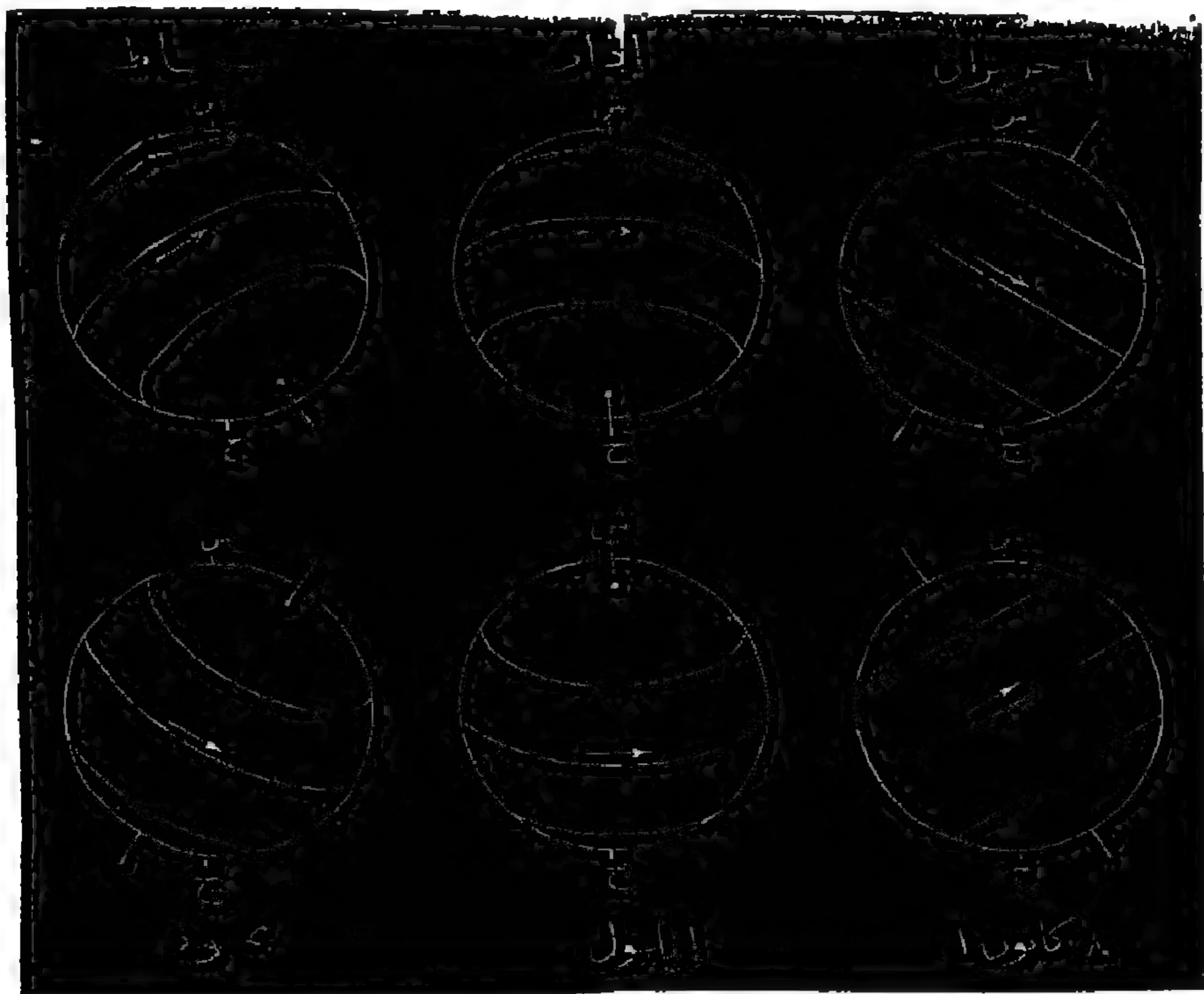






يبتدئ من جهة الغرب غالباً فتزول الغربية منها أولاً وربما تولدت كلف جديدة نحو الشرق .  
ذكر هرشل الأول ملاحظة مجموع كلف بينما حوّل نظره عن النظارة لحظة ورأى بيالاً كلفاً تزول  
وهو ينظر إليها ورأى كرون كلفاً تتكوّن في نحو دقيقة واحدة

(١٢٨) ان ميل محور الشمس على سطح دائرة البروج  $= 82^\circ 41'$  حسب البعض و  $83^\circ 9'$   
حسب البعض وطول العقدة الصاعدة في سنة  $1850 = 72^\circ 40'$  فتوجيه قطب الشمس الشمالي هو  
نحو  $\pi$  الثنين وفي اذارية وجه الينا قطبها الجنوبي أكثر وفي ايلول قطبها الشمالي والارض في خط  
العقدتين ٦ حزيران و ٨ كانون الأول ولذا السبب تُرى الكلف تقطع وجه الشمس تارة على خطوط  
مخنية واخرى على خطوط مستقيمة كما في شكل ٥٣



شكل ٥٣

(١٢٩) الكلف تظهر أولاً على جانب الشمس الشرقي وتختفي عن جانبها الغربي وبسبب  
كروية الشمس تبان مطاولة عد أول ظهورها صغيرة وكلما قربت الى وسط قرص الشمس تسع  
عرضاً كما يتضح من الصورة الاولى (شكل ٥ و ٦) وكذا عند زوالها عن جانبها الغربي فتتضح من ذلك  
كروية الشمس وايضاً كون نواة الكلف هوائ عميقة في الكرة النيرة حاصلة من اندفاع مواد تلك  
الكرة الى كل الجهات برياح تيارية اوزمابع دوارة وتفرغ مواد مشتعلة

(١٤٠) اذا دامت الكفة الواحدة على هيئة واحدة حتى تُرصد من جانب الى جانب

بلاحظ ان مدة مرورها على قرص الشمس من ظهورها الى اختفائها هي ١٢ يوماً ومن ظهورها اولاً الى ظهورها ثانية على حافة الشمس الشرقية  $٢٧\frac{1}{4}$  يوماً ولو كانت الارض ثابتة لكانت تلك المدة هي مدة دوران الشمس على محورها وبسبب تقدم الارض في فلكها من الغرب الى الشرق اي الى نفس جهة دوران الشمس على محورها يقتضي للكلفة ان تدور اكثر من دورة كاملة من ظهور الى ظهور كما يتضح من شكل ٥٤



شكل ٥٤

لنفرض الارض عند ي (شكل ٥٤) وظهور كلفة عند ا فتمر على ب د ح وعند رجوعها الى ا تكون الارض قد تقدمت الى ف فيقتضي للكلفة ان تصل الى ب قبل ان ترى من الارض وبما ان س ي عمودي على ا د و ف س عمودي على ب ح فالقوسان متناسبتان اي نسبة

ي غ ي + ي ف : ي غ ي :: ا د ا + ا ب : ا د ا  
اي نسبة سنة واحدة +  $٢٧\frac{1}{4}$  يوماً : سنة واحدة ::  $٢٧\frac{1}{4}$  يوماً : ٢٥ يوم ٨ ساعات وهي مدة دوران الشمس على محورها

|                |    |   |    |
|----------------|----|---|----|
| حسب رصد لاجيبر | ٢٥ | ٨ | ١٠ |
| بيانيكيني      | ٢٥ | ٧ | ٤٨ |
| صبرا           | ٢٥ | ٥ | ٢٧ |

قبل ان الكلف ثلاثي في القسم من الشمس المتجه نحو الزهرة وعطارد

### ادوار معظم الكلف ومصرغها

(١٤١) قد نقرر من رصد كثير في مدات طويلة ان للكلف ادوار زيادة ونقصان فمن معظمها الى معظمها ١١ تقريباً منها ٢٠٥٠ تزيد حتى تبلغ معظمها ثم تنقص ٧٠٥٠ حتى تبلغ مصرغها وبين الراصد بن اختلاف جزئي في مدة هذا الدور

|                       |     |     |             |     |
|-----------------------|-----|-----|-------------|-----|
| حسب البعض مدة الزيادة | ٢٠٦ | سنة | مدة النقصان | ٦٧٧ |
| "                     | ١٢  | "   | "           | ٨٤٤ |
| "                     | ٢٧  | "   | "           | ٧٤٣ |
| المعدل                | ٢٠٥ |     |             | ٧٥٥ |



كانت على معظمها سنة ١٨٢٠<sup>٦٤</sup>

اضف مدة النقصان ٢<sup>٥٥</sup>

تكون على مصغرها ١٨٢٨<sup>١٩</sup>

اضف مدة الزيادة ٣<sup>٥٣</sup>

تكون على معظمها ١٨٨٠<sup>٧١</sup>

(١٤٢) وهذه الكلف تعلق بالظواهر الكهربائية الحادثة على الارض والتغيرات والاضطرابات الحاصلة في الابر المغنطيسية لان معظم انحرافها يوافق معظم الكلف ومصغراتها يوافق مصغر الكلف وفي الاقاليم الاستوائية معظم المطر يوافق معظم الكلف والعكس بالعكس

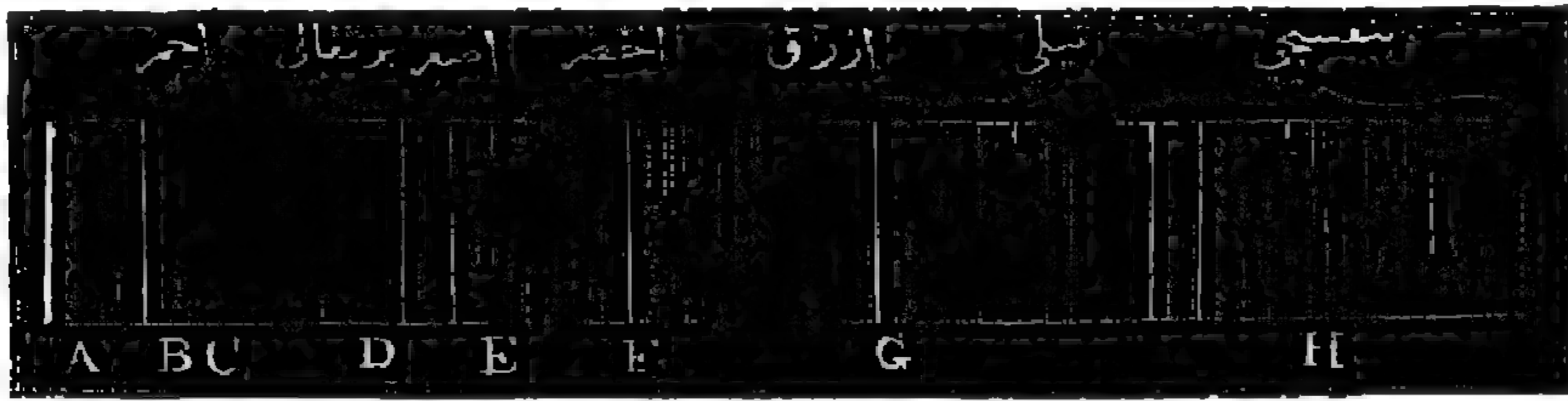
(١٤٣) (٢) المشاعيل . هي قطع بيض طويلة غير منتظمة اشد بياضا من كل ما حولها ولا ترى الا بقرب حافة الشمس وغالبا تظهر في مواضع عنيدة ان تظهر فيها كلف . وعلو عدم ظهورها في اواسط قرص الشمس هي انها السنة لهُب صاعدة الى العلا فلا ترى اذا نُظِر اليها عموديا بل اذا نُظِر اليها بالورب حتى يقطع النظر رؤوسها معرضة كما ان الناظر الى البحر الهائج وهو فوقه عموديا لا يرى ارتفاع الامواج وانخفاضها بل يراها له سطح البحر على استواء واحد واما الناظر الواقف على شاطئ البحر يرى علو الامواج ورؤوسها البيض وقد شوهدت على حافة الشمس تماما فكانت مرتفعة عن دائرة قرصها وهذه اللمبة ترى ايضا على حافة الشمس عند الكسوف وتُرى بواسطة حجب قرص الشمس بنحاسة مستديرة في النظارة وقد تعلو الى علو عظيم وتارة ينفصل اللمبة عن الشمس وتارة ينحرف راسه مثل لمبة شمعة اذا هبت عليه ريج وظهر من بعض رصود علماء ايطاليا انهن منذ عهد قريب انها حادثة من اشتعال كميات جزيلة من المغنيسيوم في تلك الجهات

(١٤٤) (٢) السطح المبتنع . علو هذا التبقيع هو ما تقدم من النظر عموديا الى رؤوس اللمبة المذكورة سابقا واشتباكها بعضها مع بعض حتى تشبه ورق الصنصاف حسبا تقدم في الكلام عن الكلف

(٤) الكرة الغازية المحيطة . اذا نظرنا الى لمبة قنديل ترى له ثلاثة اقسام القسم الاوسط مظلم حيث لا يصل او كسجين الى المادة المشتعلة فلا يشتعل . الثاني الاصفر المنير حيث تشعل المواد المحولة الى غاز . الثالث قسم نوره ضعيف وهو هيدروجين مشتعل ( انظر كتابي في اصول الكيمياء صيغة ١٥٤ ) وفي هذه الكرة المحيطة تظهر اللمبة الحمراء المشار اليها والنور المحيط بالشمس المسمى الاكليل كما سيأتي عند الكلام بالكسوف فلما في الشمس النواة السوداء والكرة النيرة المسماة الفوتوسفير والكرة الغازية المسماة الكروموسفير



(١٤٥) القدماء اعتقدوا بصفاء الشمس . كان في انكلستادت راهب يسوعي اسمه شينر فاخبر رئيسه ذات يوم بانه ناظر مكلفة على سطح الشمس فاجابه الرئيس اني قد قرأت مصنفات ارسططليس من اولها الى آخرها وهو لم يذكر شيئاً مما نقوله . اذهب يا ابني ورتب فكري وتأكد ان ما تحسبه كلفاً على الشمس انما هي كلف الزجاجات او كلف في عينيك . فالتزم شينر ان يخفي فكره ولما اشتهر اسمه تحت اسم آخر خوفاً من اضطهاد كنيسة رومية المعصومة من الغلط التي اضطهدت الى قرب الموت الفيلسوف غليليو لاعتقاده بدوران الارض وثبت الشمس اي المذهب الكوبرنيكي (١٤٦) قد ظهر بواسطة السكتروسكوب ان في الشمس مواد كثيرة من المواد الموجودة في ارضنا وهي هناك في حالة الاشتعال والبخار فاذا نظير الى الشمس بواسطة سكتروسكوب بسيط ترى عدة خطوط سود تقطع العمود الطيفي معارضة تعرف بخطوط فراونهوفر نسبة الى فراونهوفر من مونيخ في بافاريا الذي رصد بتدقيق نحو ٦٠ خط وعين مواقع البعض منها وسمى اوضحها باسماء الاحرف الالهية الرومانية كما في شكل ٥٥ فالاحرف C B A الخ دالة على الخطوط و C B A



شكل ٥٥

واقعة في الاحمر و D في الاصفر و E في الاخضر و F و G في الازرق و H في البنفسجي وبقياس كيركوف تبين مواقع هذه الخطوط بالتدقيق ومواقع آخر خطوط بالنسبة اليها لانه بواسطة سكتروسكوب ذي عدة مناشير يطول العمود الطيفي وترى خطوط أخرى كثيرة غير المرسومة في شكل ٥٥ لاسيما اذا تركب السكتروسكوب مع النظارة فتشعل مواد ارضية مختلفة بحيث يدخل نورها في السكتروسكوب على التعاقب وتقابل الخطوط الحادثة من اشتعالها بالخطوط في العمود الطيفي لتعرف موافقتها او عدم موافقتها ومن موافقة الخط D خط الصود يوم المشتعل قد تأكد اشتعال كميات كثيرة من الصود يوم في الشمس اما اللهب المشار اليها سابقاً فهي في الغالب هيدروجين مشتعل وقد شوهدت نافرة من جوانب الشمس على طول ٦٠٠٠٠ ميل وبعض الخطوط الموجودة في العمود الطيفي لاتوافق خطوط مادة معروفة فالظاهرة موجودة في الشمس مواد غير موجودة في ارضنا وهذا القول يصلح ايضاً في النجوم الثابتة التي تفحص كثير منها بالسكتروسكوب كما سماني ذكره . اما المواد الارضية التي تحقق وجودها في الشمس فهي

|          |        |          |            |        |      |
|----------|--------|----------|------------|--------|------|
| هيدروجين | باريوم | مغنيسيوم | المومينيوم | ثانيوم | حديد |
| صوديوم   | كوبلت  | كلسيوم   | منغنيس     | نحاس   | نكل  |
| كروم     | زنك    |          |            |        |      |

أما أكسجين ونيتروجين و كربون فلم تحقق وجودها في الشمس الى الآن (١٤٧) قد تحقق من مراقبات طويلة ان بين ظهور الكلف في الشمس واختلافات المادة المغنطيسية في الارض والشفق الشمالي تعلقاً قريباً لانه عدد ظهور كلفة كبيرة تضرب الابع المغنطيسية اضطراباً زائداً ولا يبعد عن العقل ان التغيرات المحادثة في ذلك الجرم العظيم النبر المركزي الماد فعلة الى اقصى السيارات تؤثر في الامور الطبيعية الارضية كثيراً حتى في احوال الاجسام البشرية ايضاً والى ذلك اشار الفيلسوف افلينبوس بقوله

Coeli tristitiam discutit sol, et humani nubila animi serenat

اي الشمس تطرد الحزن من وجه السماء وتجلي الغيوم عن الروح الانسانية

### استعلام مدة دوران الشمس على محورها

(١٤٨) لاستعلام مدة دوران الشمس على محورها ووضع محورها بالنسبة الى دائرة البروج يقتضي ان يُستعلم الطول الشمسي والعرض الشمسي للكلفة الواحدة في اوقات مختلفة ولذلك لنفرض (شكل ٥٦) ش الشمس ا الارض ك موقع الكلفة على سطح الشمس ن ملقاها على سطح دائرة البروج وبواسطة الساعة ونظارة العبور قس الصعود المستقيم والميل لكلفة وحولها الى مركز الارض بالاصلاح للاختلاف والانكسار الخ ثم افرض



شكل ٥٦

$$1 = \text{طول الارض الشمسي} = \text{طول اشمس} + 180^\circ$$

$$x = \text{الكلفة}$$

$$y = \text{ك ش ن} = \text{عرض الكلفة الشمسي}$$

$$\beta = \text{ك ا ن عرض الكلفة الارضي}$$

$$e = \text{ش ا ن} = \text{فضلة طول الشمس والكلفة الارضي}$$

$$\Delta = \frac{1}{r} \text{ ق الشمس الظاهر}$$

$$\text{ش ك} \times \text{جيب } y = \text{ك ن} = \text{ا ك} \times \text{جيب } \beta = \text{ش ا} \times \text{جيب } \beta$$

لان الفرق بين ش ا و ك ا لا يعتد به بالنسبة اليهما

$$\text{ثم } \frac{\text{جيب } y}{\text{ش ك}} = \frac{\text{ش ا}}{\text{جيب } \beta} \times \text{جيب } \beta = \frac{\text{جيب } \beta}{\Delta}$$

وش ك X ن ج y : اك X ن ج β :: ش ن : ن ا  
:: جيب θ : (x-1)

$$\text{اي جيب } (x-1) = \frac{\text{جيب } \theta \times \text{ن ج } \beta}{\text{ش ك}} = \frac{\text{جيب } \theta \times \text{ن ج } \beta}{\text{ج } \Delta \times \text{ن ج } y}$$

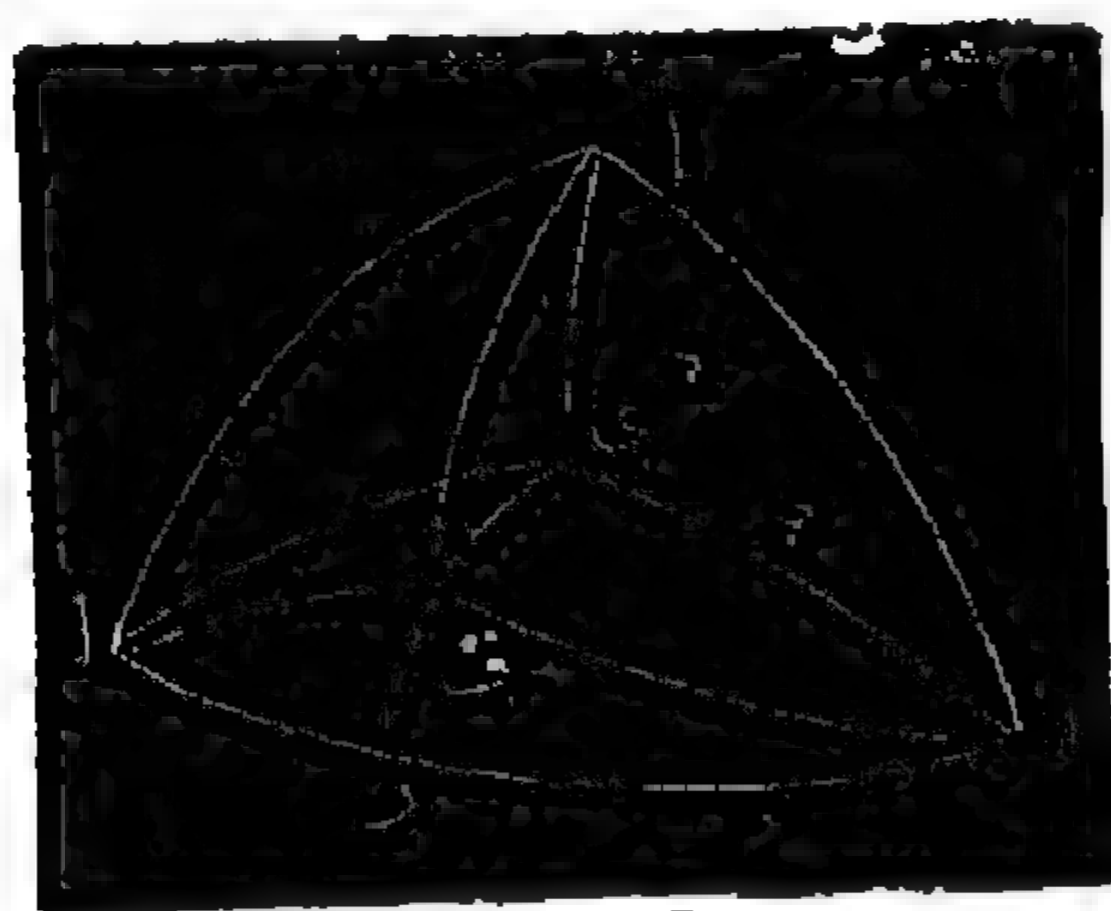
بالتعويض عن ن ج y بقيمتها

$$\text{جيب } (x-1) = \frac{\text{جيب } \theta \times \text{ن ج } \beta}{\text{ج } \Delta - \text{ج } \beta}$$

او للحساب بواسطة الانساب

$$\text{جيب } (x-1) = \frac{\text{جيب } \theta \times \text{ن ج } \beta}{\text{ج } (\beta + \Delta) \times \text{ج } (\beta - \Delta)} \quad (٤٥)$$

(١٤٩) ثم لنفرض (شكل ٥٧) ق قطب خط الاستواء الشمسي ي قطب دائرة البروج



شكل ٥٧

الآ مواقع الكلفة الواحدة في ثلاثة اوقات منسوبة الى مركز الشمس  
ولكن ي ا ي آ ق ا ق آ ق ا ق آ افواس دوائر عظيمة  
فتعرف الثلاث الأول من معادلة (٤٤) لانها متمات عرض  
الكلفة الشمسي وتعرف الزوايا اي آ اي آ اي آ من  
معادلة (٤٥) لانها فضلات الطول الشمسي في الاوقات  
المستعلم من الصعود المستقيم والميل المعروفين بالرصد فتستعلم

الزوايا والاضلاع للمثلثات اي آ اي آ وآ اي آ لانه مفروض في كل منها ضلعان والزاوية  
بينهما فتعرف الاضلاع الآ آ آ آ والزوايا الآ آ في المثلث الآ آ وقد فرض ق = قطب خط  
الشمس الاستوائي الذي توازيه الكلفة في مرورها وق ا = ق آ = ق آ

$$\text{افرض } \Gamma \text{ ص} = \Gamma + \Gamma + \Gamma = \Gamma \text{ ق ا ر} + \Gamma \text{ ق ا آ} + \Gamma \text{ ق ا آ} = \Gamma \text{ ق ا ر} + \Gamma \text{ ق ا آ}$$

اي ق ا ر = ص - آ فعرفت ق ا ر

وان كان ق ر عمودياً على آ آ فحينئذ ار = آ آ



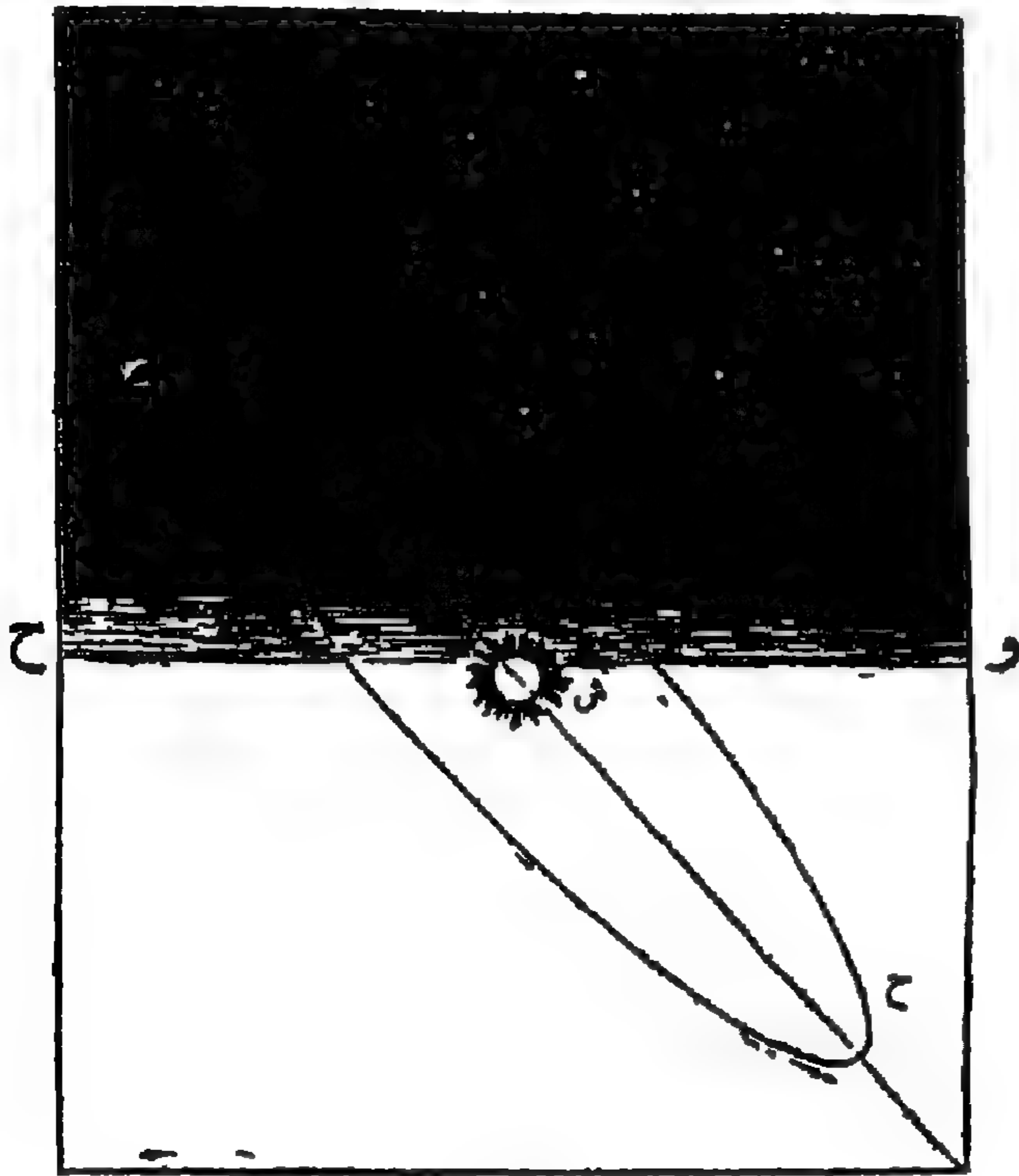
ثم في المثلث القائم الزاوية اق ر مفروض الزاوية ا والضلع ار فتستعلم ق ا ثم في المثلث ق ا ي مفروض اق واي والزاوية ي ا ق = ي ا آ - ق ا آ فيستعلم ق ي (١٥٠) القوس ق ي هي متم عرض قطب الشمس منسوباً الى الشمس والزاوية ا ي ق مع طول الكلفة الشمسي عند ا = طول قطب الشمس منسوباً الى مركزها فيعرف وضع خط الشمس الاستوائي فيجسب ميل محور الشمس على سطح دائرة البروج اي ٨٢° ٤١' حسب دي لامبر و ٨٣° ٩' " بيترسن وطول العقدة الصاعدة لسنة ١٨٥٠ ٧٣° ٤٠' (١٥١) ثم في المثلث اق ر تعرف الزاوية اق ر مضاعفها اق آ فان كانت مدة دوران الشمس الكامل = د والمدة بين رصد الكلفة عند ا وآ = د فلنا اق آ : د :: ٢٦٠ : د = ٢٢٥ : ٢٥ يوماً فالقوس التي ترسمها نقطة على خط الشمس الاستوائي  $\frac{1}{30}$  ما ترسمها نقطة على خط الارض الاستوائي

### في النور البرجي

(١٥٢) بقرب الاعتدال الربيعي متى كان الشفق قصيراً برّس بعد الغروب مخروط نور ضعيف قاعدته نحو الشمس وعرضه مختلف بين ٨° و ٢٠° ورأسه ممتد نحو الهاجرة وبمختلف ارتفاعه بين ٤٠° و ٩٠° وبقرب الاعتدال الخريفي برّس صباحاً قبل الشروق وفي الجهات الاستوائية هنا النور اوضح واغوى وبرّس اكثر ليالي السنة اذا كان الجو صافياً والقمر غائباً في اول الليل او آخره وقد سمي النور البرجي لانه لا يرّى خارجاً عن منطقة البروج وبرّس باكثر وضوح متى كانت دائرة البروج اقرب الى العمودية على الافق وذلك في شباط مساء ونشرين الاول صباحاً وقد شوهد رأسه على بعد ١٠٥' من الشمس ولونه نحو قاعدته محمر

(١٥٣) قد عللوا عن هذا المنظر بانه حادث من سديم شمسين في وسط ولنا امثلة سداسية طويلة ترّى بالنظارة فيها نجوم مثل بعض السداس في صورة الاسد ص م ١٦٨° ٢٣' ميل شمالي ١٣° ٥٥' ص م ١٦٧° ٢٠' ميل شمالي ١٤° ١' فعلى افتراض ش الشمس (شكل ٥٨) وح و الافق برّس بعد الغياب او قبل الشروق المخروط خ وهذا وجه من وجوه التعليل عن هذه الروية

المجهولة علتها ومما كانت مادتها وسببها فقد تبرهن بالرصد ان هذا النور تارةً يمتد عن الشمس الى



شكل ٥٨

بعد ابعاد من فلك الارض واخرى يقتصر دون ذلك

## الفصل الثاني

### في حركة الشمس السنوية الظاهرة والفصول وهيئة فلك الارض

(١٥٤) ان حركة الشمس الظاهرة حول الارض مرة واحدة في كل سنة حاصلة من حركة الارض الحقيقية حول الشمس في تلك المدة ومع اننا لانشعر بحركة الارض نعلم بها من حركة الشمس الظاهرة فمتى كانت الارض في برج الميزان مثلاً (شكل ٥٩) تبان الشمس في الحمل ومتى تحركت الارض من الميزان الى العقرب تترابا الشمس كأنها تتحرك من الحمل الى الثور ومتى كانت الارض في الميزان نرى الميزان طالعاً عند الغياب والحمل آفلاً ومتى وصلت الارض الى الحمل نرى الحمل طالعاً عند الغياب والميزان آفلاً وهذا يربنا على ظهور النجوم احياناً في الشرق واخرى على خط

نصف النهار واخرى في الغرب عند غروب الشمس فيدرايا كان للنجوم حركة من الشرق الى الغرب وهي حاصلة من حركة الارض من الغرب الى الشرق في دورانها حول الشمس

(١٥٥) ان قولنا بحركة الارض الحقيقية من الغرب الى الشرق يراد به ان الشمس تنقل بالظاهر من برج الى الذي يليه شرقاً مع كون حركة الارض الى جهات متقابلة في اجزاء متقابلة من فلكها فالشمس تتحرك بالظاهر نحو الشرق من برج الى آخر ابداً

(١٥٦) ان هيئة فلك الارض ووضعه يُعرفان برصد ميل الشمس وصعودها المستقيم من يوم الى يوم فان قيس ارتفاعها يوماً وفي على خط نصف النهار وأُصلح للاختلاف والانكسار ونصف القطر يُعرف بعدها عن سمت الراس ثم يُطرح العرض من هذا البعد او يضاف اليه فيُعرف ميل الشمس وان قيل ذلك كل يوم لسنة كاملة تُعرف حركة الشمس شمالاً وجنوباً بالنسبة الى خط الاستواء

(١٥٧) ثم ان ضُبِطَت ساعة للوقت النجمي ورصدنا وصول الشمس الى خط نصف النهار بنظارة العبور تدل الساعة على صعودها المستقيم وان قيل ذلك لسنة كاملة يُعرف بعدها عن الاعتدال الربيعي لكل يوم فلنا من الامر بين معينات ومنظمات منها نستعلم موقع الشمس لكل يوم بالنسبة الى خط الاستواء وينتج من ذلك رسم دائرة البروج لان الميل الاعظم في ٢٢ كانون الاول = ٢٣° ٢٧' جنوباً ثم ينقص شيئاً فشيئاً الى ان يتلاشى في ٢١ اذار ثم يزداد شيئاً لآ الى ٢٢ حزيران و يبلغ الى ما بلغ اليه جنوباً ثم ينقص شيئاً فشيئاً ويتلاشى في ٢٢ ايلول وان اُوصل بين هذه النقط بدائرة تُرسم دائرة البروج ومن النظر الى جداول الميل نراه يختلف قليلاً جداً من يوم الى يوم متى كانت الشمس في اعظم ميلها لان دائرة البروج حينئذ توازي خط الاستواء ويختلف كثيراً من يوم الى يوم متى كانت الشمس بقرب احد الاعتدالين لان ذلك القسم من دائرة البروج مائل كثيراً على خط الاستواء ونرى ايضاً من الرصد ان الصعود المستقيم بين الاعتدالين يختلف ١٨٠° فاذا بين الاعتدالين ١٨٠° اي دائرة البروج تقطع خط الاستواء في نقطتين متقابلتين بينها ١٨٠° فيبرهن من ذلك ان دائرة البروج انما هي دائرة عظيمة اذ ليس بممكن لدائرة اخرى غير دائرة عظيمة ان تقطع خط الاستواء على هذه الكيفية

(١٥٨) ميل دائرة البروج على خط الاستواء بعدل معظم ميل الشمس جنوباً او شمالاً ويستعلم كما تقدم بقياس ارتفاعها واستعلام بعدها عن سمت الراس في يوم وصولها الى احد المدارين فيؤخذ نصف مجموع ميل الشمس الاعظم شمالاً وجنوباً وهي على خط نصف النهار وبمقابلة رصود من زمان اراتستينس اليوناني ٢٥٠ ق م ووجد ان هذا الميل قد قل من ذلك العصر الى الآن وهو الآن بقل



٤٨ "كل مئة سنة اي  $\frac{1}{100}$  كل سنة تقريباً وبالتدقيق ٤٨'٠" واذ كان ذلك من قبل جاذبية السيارة فينقص مدة ثم يعود يزيد وهكذا يزيد وينقص الى الابد

ميل دائرة البروج لسنة ١٨٠٠ هو  $٢٣' ٢٧'' ٨' ٥٤''$  فاذا اردت معرفة الميل لوقت آخر فافرض  $t =$  السنين الماضية منذ سنة ١٨٠٠ و  $s =$  ميل دائرة البروج لسنة ١٨٠٠ فالعبارة الدالة على ميلها لاي وقت فرض في

$$s = ٢٣' ٢٧'' ٨' ٥٤'' - ٤٨٨٥٦٦' ٠'' \times t - ٠' ٠٠٠٠٠٠٠٠ t^2 \quad (٤٦)$$

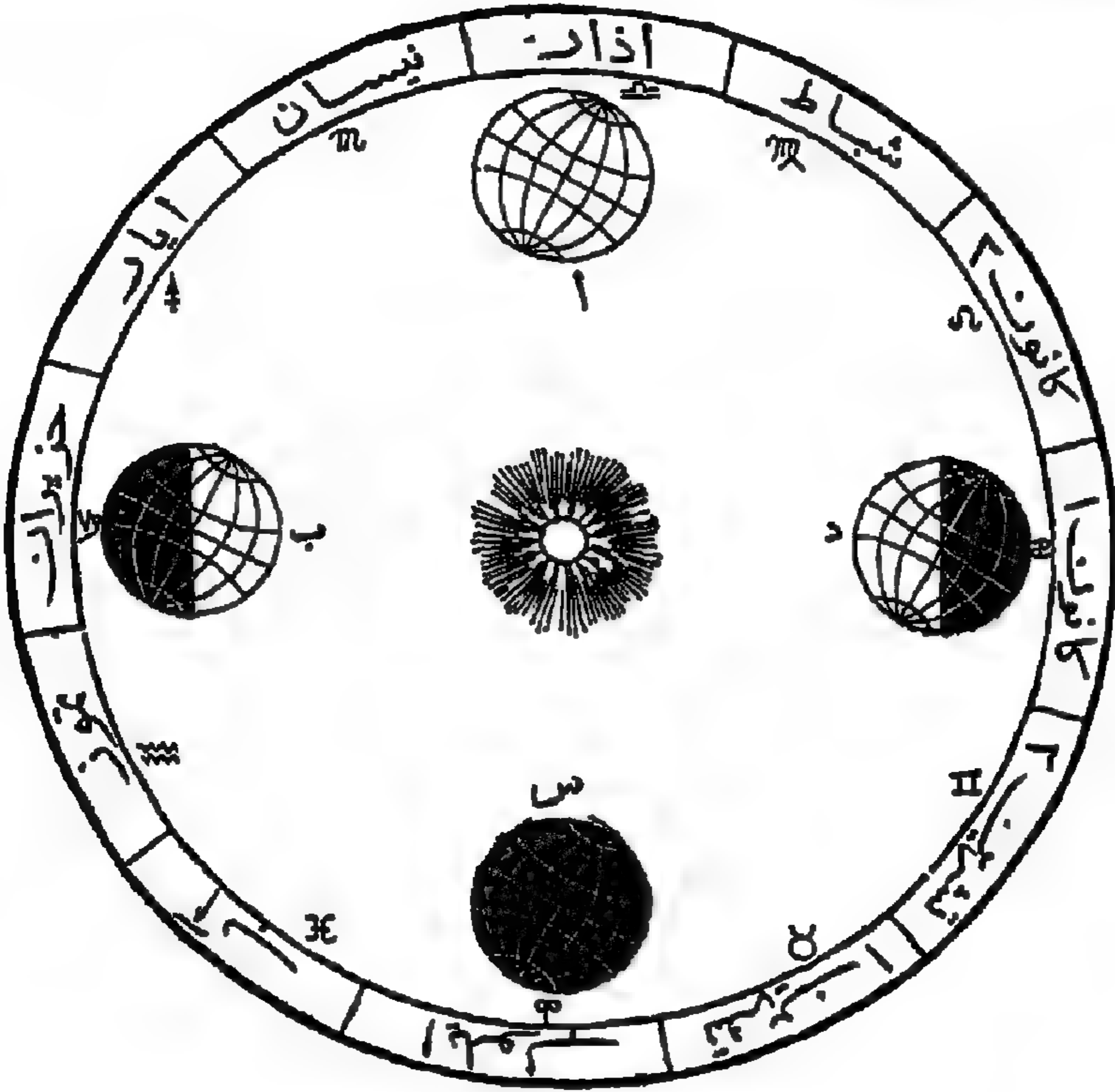
### في الفصول

(١٥٩) ان تغير الفصول له علتان الاولى ميل دائرة البروج على خط الاستواء والثانية موازاة محور الارض لنفسه ابداً فلو كانت دائرة البروج توازي خط الاستواء لبقيت الشمس على خط الاستواء ابداً وكانت حركتها اليومية في دائرة متسامتة للسكان على خط الاستواء وفي الافق لناظر عند احد القطبين . فلكون محور الارض منحرفاً عن العمودية على دائرة البروج  $٢٣' ٢٧''$  انحراف خط الاستواء بهذا المقدار نفسه عن موازاة دائرة البروج ولكونها دائرتين عظيمتين تقطع احدهما الاخرى في نقطتين متقابلتين فتكون الشمس على خط الاستواء مرتين كل سنة وتبعد عنه شمالاً وجنوباً  $٢٣' ٢٧''$  حسباً تقدم

(١٦٠) لو كان جرم الشمس يعدل جرم الارض لانت نصف الارض تماماً ولكونها اكبر من الارض تباركاً اكثر من نصفها قليلاً ويزاد مقدار الجزء المنور قليلاً بواسطة الانكسار كما علمت وبكفينا الآن ان نحسب نصفها منوراً بالشمس ابداً فتى كانت الارض في احد الاعتدالين تكون الشمس على خط الاستواء كما تقدم ويكون النصف منوراً من قطب الى قطب ومتى وصلت الارض الى المدار الشمالي يمتد القسم المنور  $٢٣' ٢٧''$  ابعد من القطب الشمالي وينتصر  $٢٣' ٢٧''$  عن الجنوبي وبالعكس متى كانت الارض في المدار الجنوبي ولم يكن كذلك لولا موازاة محور الارض لنفسه ابداً كما يتضح من الشكل (٥٩)

متى كانت الارض عند ا اي في برج الميزان تكون الشمس عند س في برج الحمل ا ب في الاعتدال الربيعي على خط الاستواء فيكون نصفها منوراً من قطب الى قطب وهكذا متى كانت الارض عند س فتكون الشمس عند ا اي في الاعتدال الخريفي ومتى كانت الارض عند ب اي في المدار الصيفي تكون الشمس في ميلها الاعظم شمالاً فيمتد الجزء المنور  $٢٣' ٢٧''$  ابعد من القطب الشمالي وينتصر  $٢٣' ٢٧''$  عن الجنوبي وبالعكس متى كانت الارض عند د اي في المدار الشتوي

(١٦١) لو كان محور الأرض عموداً على دائرة البروج لكانت الشمس على خط الاستواء أبداً كما تقدم ولم يحصل تغير الفصول أصلاً ولو وازى محور الأرض دائرة البروج لكان خط الاستواء عموداً عليها وبالمثل الشمس شمالاً إلى القطب الشمالي وجنوباً إلى الجنوبي وكان اختلاف الفصول أعظم كثيراً مما هو الآن ولم يكن ممكناً للناس ولا للبهائم أن يجهلوا ذلك لسرعة الانتقال من برد القطب إلى حر خط الاستواء



شكل ٥٩

ان الشمس ابعد عن الارض في ايام الصيف مما هي في الشتاء وسبب زيادة الحر في الصيف هو اولاً طول النهار بالنسبة الى الليل لان حرارة الارض التي تكتسبها من الشمس ثقل بالاشعاع دائماً ان اشرفت الشمس وان لم تشرق فان زاد الليل طولاً تزيد مدة الاشعاع على مدة الاكساب والقلب بالقلب

ثانياً من انحراف الشعاع الواقعة حتى يتفرق عمود نور مفروض على مساحة اوسع في الشتاء من المساحة التي يتفرق عليها في الصيف

لتكن ا ب (شكل ٦٠) مساحة مفروضة فان وقعت عليها الشعاع على زاوية ا ب س يكون قطر العمود الحقيقي اس وان وقعت على زاوية ا ب د يكون قطر العمود اد وان وقعت عمودية يكون قطر العمود ا ب. اما اس اد ا ب فهي كجيب الميل وفي الصيف تقرب الشعاع الى



الخط العمودي وفي الشتاء نيل عنه فيتفرق العمود الواحد على مساحة اوسع



شكل ٦٠

اذا زاد ما تنكسبه الارض من الحرارة على ما تنحسر  
بالاشعاع يزيد الحر من يوم الى يوم ولذلك ترى اشد الحر  
بعد ما ياخذ النهار يقصر وبالقلب في الشتاء يشتد البرد  
بعد ما ياخذ النهار يطول واشد الحر كل يوم هو بعد  
الظهر بنحو ساعتين او ثلاث ساعات واشد البرد بعد  
نصف الليل بنحو ساعتين او ثلاث ساعات

مسئلة (١) مكان في عرض شمالي ٧٥° وآخر في عرض شمالي ٢٠° وميل الشمس ١٩° شمالي .  
فما هي نسبة حرارة المكان الواحد الى حرارة الآخر

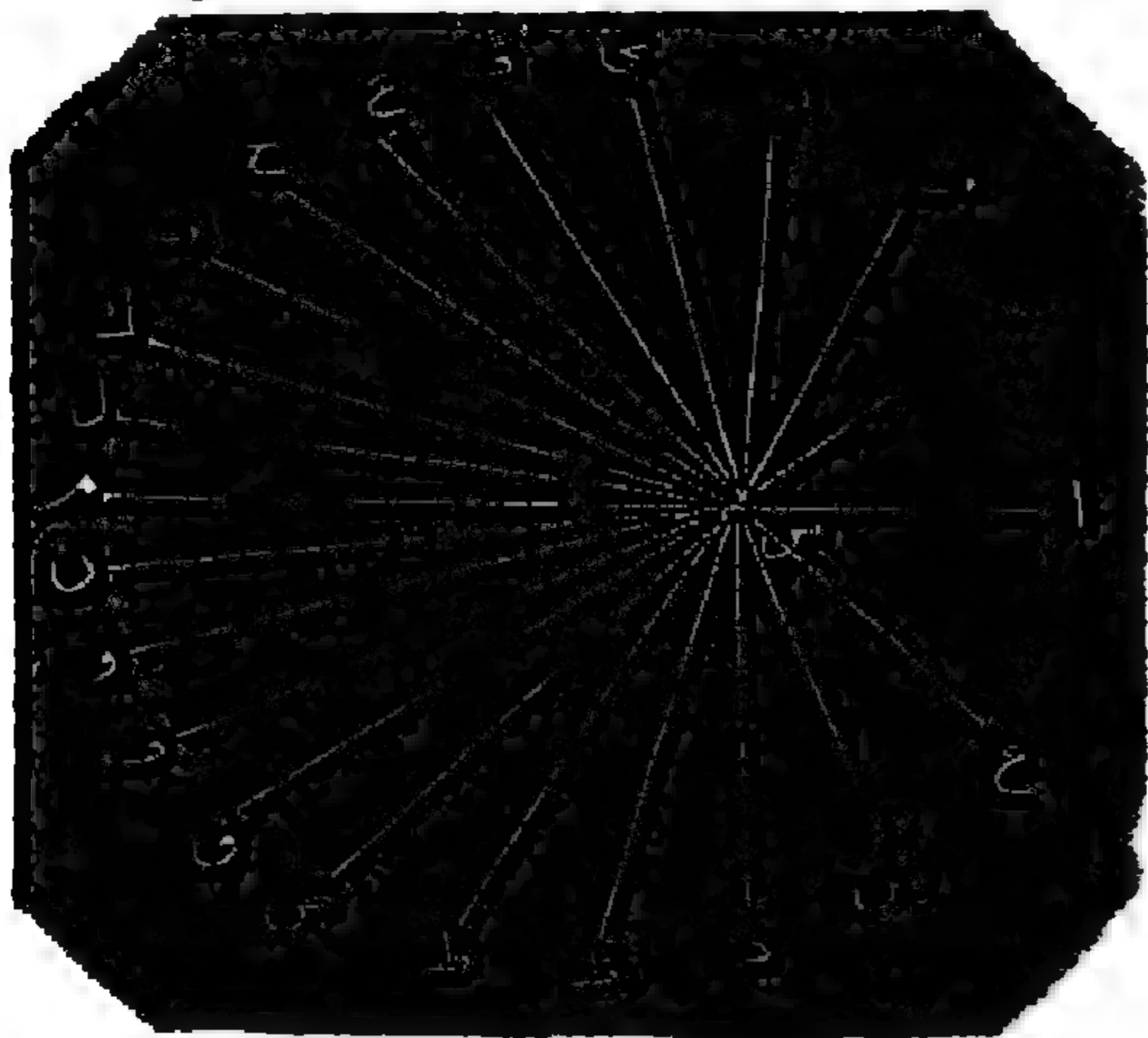
الجواب ١٠٠ : ١٤ : ١٧٥

مسئلة (٢) مكان في ٥٠° عرض شمالي وآخر في ٤٥° جنوبي وميل الشمس ١٥° ٤٥° جنوبي  
فما هي نسبة حرارة الواحد الى حرارة الآخر

الجواب ١٠٠ : ٢٨ : ٢١٢

## في هيئة فلك الارض

(١٦٢) لو كان فلك الارض اي طريقها حول الشمس دائرة لكانت الشمس على بعد واحد  
عنها ابداً وكان نصف القطر الظاهر على طول واحد ابداً والحال ان بعد الارض عن الشمس يختلف  
باختلاف ايام السنة فان قيس قطر الشمس الظاهر  
كل يوم من ايام السنة تتوصل بذلك الى معرفة  
هيئة فلك الارض في دورانها واذا رسم شكل على  
هذه الكيفية نجد له خصائص الهليلجي كما يتضح  
من شكل ٦١



شكل ٦١

ليكن س الشمس وليتس قطر الشمس من  
الارض وهي في ا ب ث د ي الخ وتجعل الخطوط  
س ا س ب س ث س د الخ مناسبة لتلك الاقيسة

اي بالقلب كاختلاف القطر وتجعل الزوايا عند س متناسبة الى سرعة حركة الشمس فان  
أوصل بين اطراف هذه الخطوط يكون الشكل الناتج هيئة فلك الارض حول الشمس فتتوصل الى



معرفة هيئتها وإن لم نعلم مساحتها وقد سمي كل واحد من هذه الخطوط موصلًا وسمي أيضًا نصف القطر الحامل لتميزه عن نصف قطر دائرة

(١٦٣) أن هذه الأبعاد تستعمل بواسطتين الأولى رصد تغير قطر الشمس الظاهر والثانية رصد اختلاف سرعة حركتها الظاهرة ولا يستعان في ذلك بتغير الاختلاف الأفقي لقلوب بل يعتمد على التغير في قطرها الظاهر وحسب قواعد النور قطر شج الظاهر بالقلب كبعده فيكون قطر الشمس في أيام عديدة دليلًا على نسبة بعدها في تلك الأيام

(١٦٤) متى كان قطر الشمس على معطو يعلم أنها في بعدها الأقرب ومتى كان على اقلو يعلم أنها في بعدها الأبعد وقطرها الأعظم =  $22' 4''$  والأصغر =  $22' 21''$  فنسبة الخط الموصل عند بعدها الأبعد : الموصل عند البعد الأقرب :  $22' 59'' 23 : 21' 51'' 67 :: 2387 : 1$  ونصف فضلتها يعدل بعد محترق الهليجي عن مركزه أي مباينة فلك الأرض أي س ١ بعد الشمس عن مركز دائرة محيط بالهليجي وس ١ =  $\frac{1}{7}$  من ١ ١ وهذه المباينة نقل ١٨ كل مئة سنة ولا تزال نقل ادوارًا كثيرة ثم نأخذ بالزيادة أيضًا

(١٦٥) متى كانت الشمس في بعدها الأقرب تمر على فوس ٦١ في ٢٤ ساعة وفي البعد الأبعد على فوس ٥٧ في ٢٤ ساعة أي يزداد طولها بهذا المقدار بين عند الموقعين كل يوم ولو كانت حركاتها الظاهرة متعلقة ببعدها فقط لكانت تلك الحركات بالقلب كالبعد أي كانت النسبة بين الحركتين نفس النسبة بين نصف القطر في البعدين أي

$$\frac{225923}{212517} = \frac{71}{57} \text{ و } 1' 07'' = \frac{71}{57} \text{ و } \frac{225923}{212517} = 1' 04''$$

ولكن  $1' 07'' = 1' 04''$  فإذا حركات الشمس في مواقع مختلفة من فلكها هي بالقلب كنسبة مربع البعد عند البعد الأقرب إلى مربع البعد عند البعد الأبعد أي س ظ : س ض :: الحركة اليومية عند ض : الحركة اليومية عند ظ وهذا يصح في كل جزء من فلكها فإن اخذنا بالقياس صعودها المستقيم وميلها يوميًا ومن ثم استعملنا طولها نستعلم بعدها عن الأرض في أماكن مختلفة من فلكها وكل ذلك مدوّن في زيجات حركة الشمس

الحرارة التي تكتسبها الأرض من الشمس مثل النور تختلف بالقلب كمربع البعد أي الحرارة على البعد الأقرب : الحرارة على البعد الأبعد :: ٦١ : ٥٧ :: ٢١ : ٢٠ تقريبًا :: ٩٦١ : ٩٠٠ :: ٩٦ : ٩٠ أي مقدار حرارة الشمس المتوقف على البعد في أول كانون الثاني  $\frac{1}{10}$  أكثر ما هي في أول تموز وبالعكس في نصف الكرة الجنوبي وبسبب مبادرة الاعتدالين وانتقال الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب تنقلب هذه النسبة في نحو ١٠٠٠٠ سنة





غير ان هذه الهيئة تتغير من علل كثيرة لا تُفهم بدون معرفة بعض قواعد الجاذبية العامة فلننظر قليلاً الى تلك القواعد

## الفصل الثالث

### في قواعد كبلر والجاذبية العامة

(١٧٠) في اوائل القرن السابع عشر اخذ كبلر بحسب موقع المريخ على المبدأ الكوبرنيكي اي ان الشمس مركز حركات السيارات وفي اول الامر قابل موقعة بالرصد بموقعه حسب افضل الزيجات الموجودة يومئذ فتارة تطابق الموقعان واخرى اختلفا فظهر فساد الحساب ثم اخذ بحسب موقع السيارة على مفروضات مختلفة حتى افنى كل مفروض ممكن على مبدأ كون فلك المريخ دائرة وفي مدة ثمان سنين امتحن ١٩ مفروضاً ولم يصح واحد منها فتحقق ان فلك المريخ ليس دائرة فترك الدائرة واخذ بحسب موقع السيارة بناءً على كون فلكه هليجياً والشمس في مركزها فوجد ان الحساب لم يصح فترك هذا الرأي ونقل الشمس الى احد محترقي الهليجي فوجد الحساب والواقع متطابقين تماماً وصح في سائر السيارات والقمر ايضاً فوضع قاعدته الاولى وهي

(١) فلك كل سيار هليجي الشمس في احد محترفيه

وفي اجرائه هذه الحسابات رسم هليجياً عبارة عن فلك المريخ وجعل الشمس في احد المحترقين وعين مواقع السيارة في الهليجي حسبما علمت من الرصد وبذلك كشف قاعدته الثانية

(٢) ان الفسحات التي يمر عليها القطر الحامل تتغير بنسبة الى الوقت اية

بمر على فسحات متساوية في اوقات متساوية

ولما نظر الى السيارات تدور حول الشمس كل واحد في فلكه تحقق عنده وجود قانون عام رابط الكل فانتهى الى قاعدته الثالثة

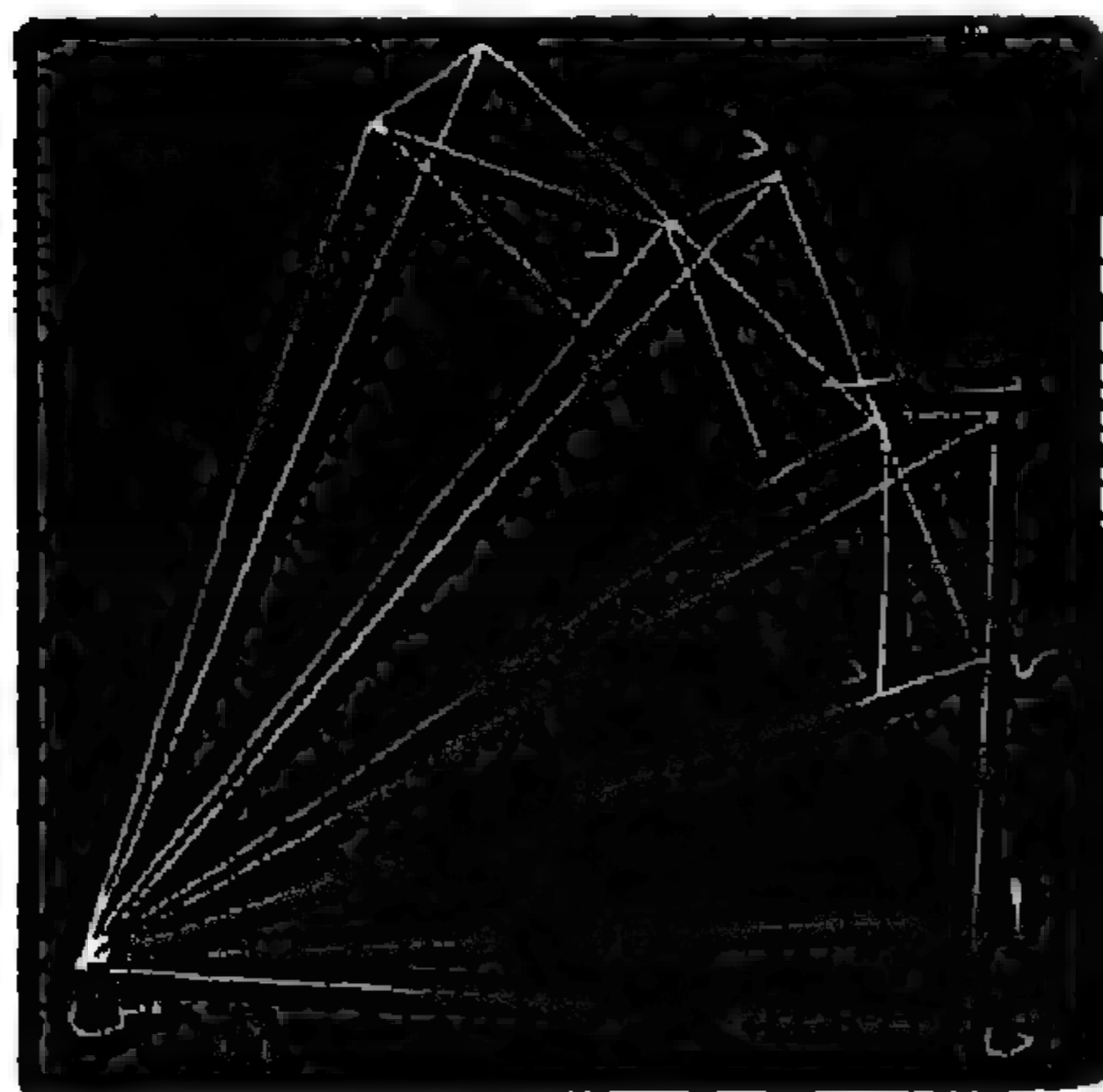
(٣) ان مربعات مدات السيارات تتغير ككعاب ابعادها الاواسط



لاجل صحة هذه القاعدة الاخيرة تماماً ينبغي ان يُقسَم مكعب البعد على مجنوع  
جرم الشمس والسيار غير ان جرم اكبر السيارات صغير بالنسبة الى جرم الشمس  
فجرم المشتري  $\frac{1}{1048}$  من جرم الشمس كما ستعلم فلا يحصل خطأ يُعتدُّ به اذا  
غُضَّ النظر عن ذلك وتصحَّ هذه القاعدة في الاقمار ايضاً الا اذا كان جرم السيار  
بالنسبة الى جرم الشمس ما يُعتدُّ به كما اوضح اسحق نيوتون في القضية ٥٩ من  
مبادئه وبرهن ايضاً صحة هذه القواعد تعاليمياً في الكتاب المذكور

(١٧١) من كتاب المبادي لاسحق نيوتون الكتاب الاول القضية الاولى والثانية  
اذا تحرك جسم بقوة محرّكة وقوة جاذبة الى مركز فالفسمات المروّرها حول المركز تتغير بالنسبة  
الى مدّاتها والكل في سطح واحد

لنفرض جرم متحرك في السطح اس ر (شكل ٦٢) بقوة نصلة الى ر ثم الى ث في اوقات متساوية. ارسم س ر وس ث فالمثلثان اس ر رس ث متساويان ولكون القوة فاعلة في سطح واحد هما في سطح واحد ثم عند وصول الجرم الى ر لتفعل فيه القوة الجاذبة نحو س بحيث تصله الى د



شکل ۶۵

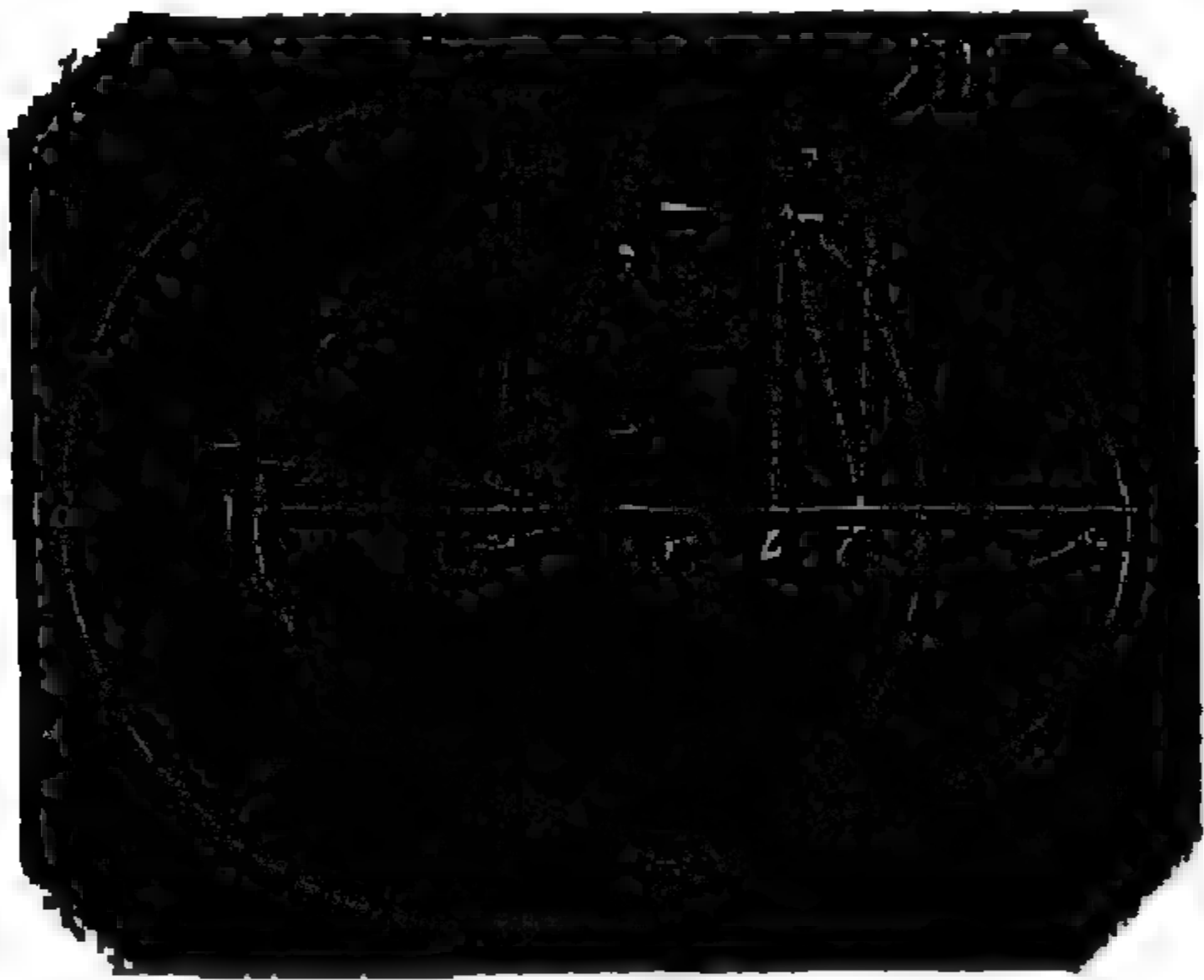
في المنة التي يصل بها الى ث وارسم ث ث يوازي رس  
وارسم د ت يوازي رث فيمرا الجرم في القطر ر ت ارسم  
ث س ث س فالثلثان ت رس ث رس متساويان  
و ث رس = راس فاذا ت رس = راس وهكذا  
يبرهن في ذ ت س د ت س وهذا يصح مهما كانت ا ر  
صغيرة فيصح اذا كانت القوة الجاذبة الى المركز دائمة  
الفعل اي في الحركة على خط منحن وبما ان قطر كل  
مثلث من المثلثات المذكورة هو في نفس سطح اضلاعه

فالفجوات المروية هي في سطح واحد وقد تبين أنها متساوية وذلك الخ

وبالقلب اذا كانت الفسحات المرسومة حول نقطة مفروضة تتغير بالنسبة الى الاوقات فالقوة المحركة  
 الجسم عن الاستقامة تفعل نحو تلك النقطة . لان  $اس ر = رس ث$  كما تقدم وبالمفروض  $اس ر$   
 $= رس ث$  فاذا  $رس ث = رس ث$  و  $ث موازي رس$  و  $ر ث$  قطر معين الضلع  $رد$   
 منه تعدل القوة المحركة الجاذبة نحو  $س$

قد تحقق حسب قاعدة كبلر الثانية ان القطر الحامل لكل سيار برسم حول الشمس فمحطات متساوية في اوقات متساوية (١٦٨) فبالضرورة القوة المجاذبية السيارات هي نحو الشمس (١٧٢) فرع اول من القضية المابقة . قاعدة السرعة لجرم دائر حول مركز السرعة في اية نقطة فرضت تتغير بالقلب كالعمودي من مركز القوة على المماس لذلك النقطة ليكن س ي (شكل ٦٢) عموداً على ا ث بعد اخراجه فمساحة س را =  $\frac{1}{2} \text{را} \times \text{س ي}$  وهي تتغير حسب تغير ا ر  $\times$  س ي اي ا ر  $\propto \frac{1}{r^2}$  وار  $\propto \frac{1}{r^2}$  س اي ك السرعة عند ا والمساحة س ا ر ثابتة اي السرعة س  $\propto \frac{1}{r^2}$  اي السرعة تتغير بالقلب كالعمود من النقطة س على الخط الذي يمر على الجرم او على مماس منحنى ان دار في منحنى

قاعدة المجاذبية في فلك هيلي باعبار البعد . ( مختصر من مبادي نيوتون كتاب اول قضية ١١ و ١٢ و ١٣ و ١٤ )



شكل ٦٤

(١٧٢) ليكن ف موقع الجرم (شكل ٦٤) ص و ح المخرقين ا س نصف القطر الاطول ب س نصف منحنى ص ي و ح ز عمود بن على مماس للنقطة ف و د س موازياً للمماس . افرض ج = جيب الزاوية ص ف ي ا و ح ف ز وعلى افترض نصف القطر واحداً

$$\text{ج} = \frac{\text{ص ي}}{\text{ص ف}} = \text{و ج} = \frac{\text{ح ز}}{\text{ح ف}} \quad \text{اي ج} = \frac{\text{ص ي} \times \text{ح ز}}{\text{ص ف} \times \text{ح ف}}$$

وبحساب قطع المخروط ص ي  $\times$  ح ز = س ب

$$\text{و ص ف} \times \text{ح ف} = \text{س د}$$

$$\text{وبالتعويض ج} = \frac{\text{ب س}}{\text{س د}} = \text{و ج} = \frac{\text{ص ي}}{\text{ص ف}}$$

$$\text{فبالمساواة} \quad \frac{\text{ص ي}}{\text{ص ف}} = \frac{\text{ب س}}{\text{س د}} \quad \text{اي ص ي} = \frac{\text{ص ف} \times \text{ب س}}{\text{س د}}$$

$$\text{وبحساب قطع المخروط وتر الانحناء} = \frac{\text{س د}}{\text{ا س}}$$







(٤٨)

$$ح م = \frac{ن ي}{م^2}$$

بحساب قطع المخروط م و  $\frac{p}{2} = \left(\frac{ف م}{ف ر}\right)^2$

$$\text{وبالمثلثات المتشابهة} \quad \frac{ف م}{ف ر} = \frac{ن ي}{ن ك}$$

ف بالتعويض م و  $\frac{p}{2} = \left(\frac{ن ي}{ن ك}\right)^2$  بالتعويض في (٤٨)

$$ح م = \frac{ن ك}{ن ي \times p} \text{ وبالتعويض في (٤٧)}$$

$$م ي = \frac{ن ك}{ن ي \times p} \times \frac{ن ي}{ن ك} = \frac{١}{p}$$

اما القطاع ف م ن ف قياسه  $\frac{١}{2} ف م \times ن ك$  اي

$$ن ك = \frac{٢ ف م ن}{ف م} \text{ ون ك} = \frac{٤ ف م ن}{ف م} \text{ اي}$$

(٤٩)

$$م ي = \frac{٤ ف م ن}{ف م \times p}$$

وبما ان المسحات التي يمر بها النطر الحامل تتغير بالنسبة الى الاوقات فيكون ف م ن ثابتاً  
فاذا

(٥٠)

$$م ي (-ج) \propto \frac{١}{ق م}$$

اي القوة الجاذبة تتغير بالقلب كربع البعد

(١٧٥) وهذا القانون يصح في كل قطع مخروط وفي افلاك مختلفة كما تبهرن في مبادي نيوتون

كتاب اول ق ١٤ فيصح في كل اجرام نظام دائرة حول جرم واحد مركزي

لنفرض ١ نصف قطر هيليبي الاعظم وب نصف منصفه فيكون ١ معدل البعد اي البعد

الوسط لكل نقطة من المنحنى عن المحرق وحسب قطع المخروط مساحة الهيليبي  $\pi \text{ ا ب ف ا ن}$

فُرضت م = المساحة التي يربها القطر الحامل في ثانية واحدة وع = عدد الثواني في دوران كامل

فكل الهليلجي = م ع و  $\pi$  اب = م ع

$$\text{وع} = \frac{\pi \text{ اب}}{م} \text{ وع} = \frac{\pi \text{ ا' ب'}}{م} \text{ وحسب قاعدة كبلر الثالثة}$$

$$\text{ع} \propto \frac{\text{ا' ب'}}{م} \text{ اي } \frac{\text{ا' ب'}}{م} \propto \frac{\text{ب'}}{م} \propto \frac{\text{ب}}{م}$$

ونصف البرامتر  $\frac{P}{م}$  هو متناسب ثالث للتطرين ا وب

$$\text{فاذا } \frac{\text{ب}}{م} = \frac{P}{م} \text{ ا ب } \frac{P}{م} \propto \frac{P}{م}$$

فبالتعويض عن م بالقيمة  $\frac{P}{م}$  (ا ب ف م ن في معادلة (٤٩) نصير

$$\frac{P}{م} = \frac{P^2}{م \times P} = \frac{4 \text{ ف م ن}}{م \times P} = م$$

$$\text{ا ب ج} \propto \frac{1}{م}$$

ا ب المجاذبة تتغير بالقلب كربع البعد في افلاك مختلفة كما في اقسام مختلفة من فلك واحد

(١٧٦) وهذه القواعد تصح ايضا على المسافات القصيرة القريبة كما على الطويلة البعيدة

ليكن ض الارض (شكل ٦٦) وا موقع القمر وليكن ا ا عبارة

عن النجدة التي يقع فيها القمر بالمجاذبة في ثانية واحدة و ا ب القوس

التي يربها ب في ثانية واحدة فلولا قوة تحرفة لذهب على استقامة الى ب

فيكون ب ب اوسهم الجيب ا ا (الذي يعادله في قوس صغير جدا)

المسافة التي يقع فيها في ثانية واحدة فاذا انقسم فلك القمر على عدد الثواني

اللازمة لمروره فيه يكون الخارج ا ب وهذه القوس ووترها يعتبران

متساويين

$$\text{و } ٢ \text{ اض : اب : اب : ا ا} = ٠.٥٢٥ : \text{من القيراط}$$

على سطح الارض يجرهم في الثانية الاولى من سقوطه على  $\frac{1}{11}$  ١٦

شكل ٦٦

قدما فاذا كانت القاعدة الماضي ذكرها صحيحة ا ب ان المجاذبة تتغير بالقلب كربع البعد نستعلم

المسافة التي يسقط فيها جرم على بعد القمر بهذه النسبة

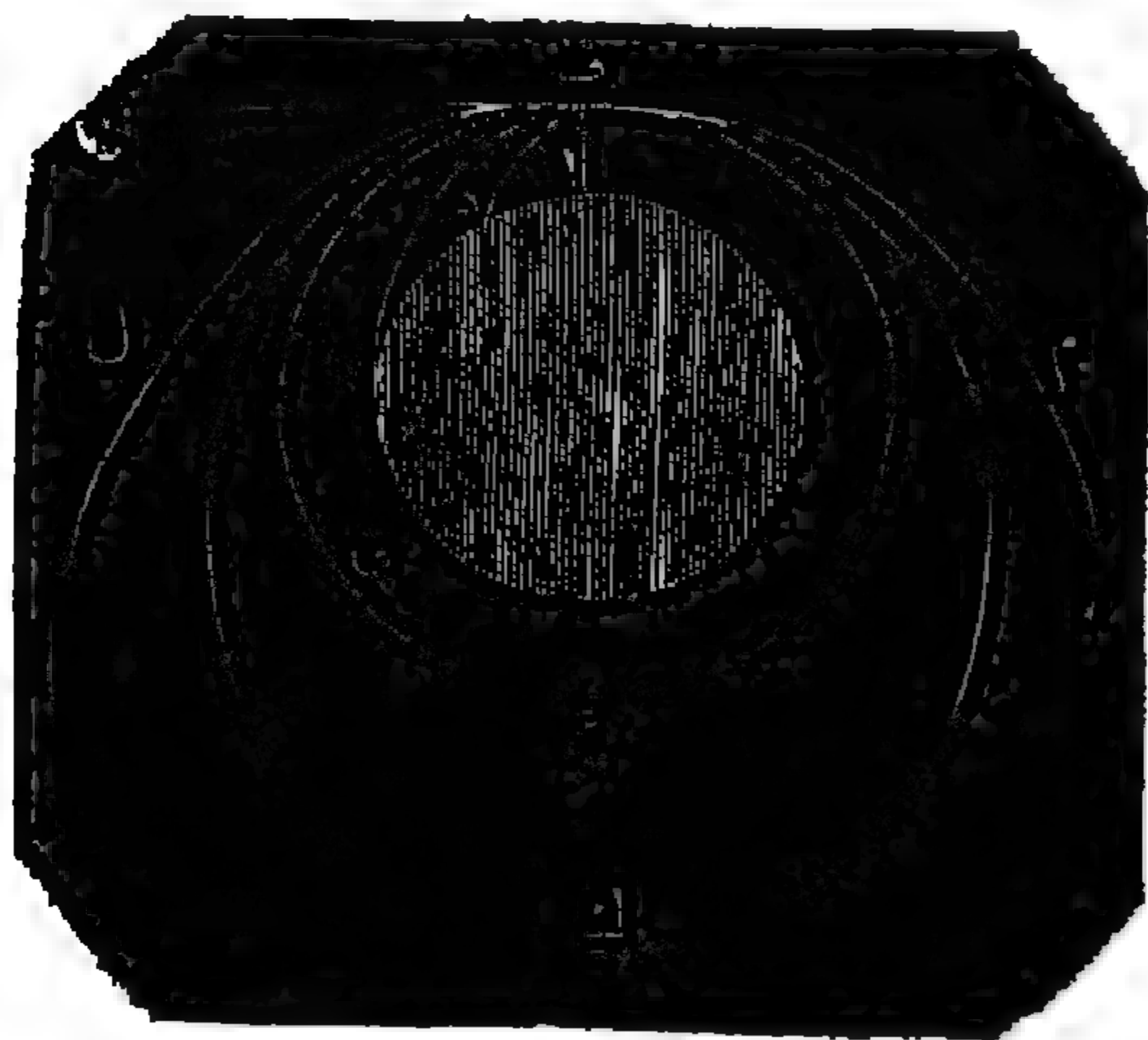
مربع بعد القمر: مربع  $\frac{1}{4}$  ق الأرض  $16 \frac{1}{13}$  قدماً:  $0.056$ . قيراط وذلك يوافق تقريباً ما يسقطه القمر عن ماس لفلكه في ثانية واحدة

(١٧٧) اذا تحرك سياراً ومذنب نحو سيار آخر فحركته تتسارع ومسارعتها تزيد بالقلب كمربع البعد واذا ذهب عن سيار آخر فتبطئ حركته على هذه القاعدة نفسها وقد تبرهن في الفلسفة في باب الميكانيكيات ان الجاذبية تتغير كمقدار الهبوطي وهكذا في الاجرام السموية ايضاً اي الجاذبية تتغير بالاستقامة كمقدار الهبوطي وبالقلب كمربع البعد

اذا رمي حجر أو أطلقت كلة من مدفع فطريق المرمي بدون التثاق الى مقاومة الهواء الكروي هو قطعة من فلك هليلجي احد محترقي مركز الأرض وقد تبرهن في الفلسفة (ع ٨٧) ان طريق مرمي هو قوس من شلجي بناء على كون الخطوط العمودية منه على سطح الافق متوازية وقوة الجاذبية ثابتة وكلاهما ليس بصحيح الى العام. فاذا علم بعد القمر ومدته فالوقت اللازم للمرمي ان يدور دوراً كاملاً في منحنيه يُعرف من قاعدة كبلر الثالثة واذا لاسيل للانسان ان يرمي مرمياً بقوة تبلغ اسفل فلكه الى ابعد من مركز الأرض فيحسب معدل ذلك نصف قطر الأرض وعلى افتراض بعد القمر ٦٠ قطراً ومدته  $17 \frac{1}{4}$  يوماً تكون النسبة  $60 : (\frac{1}{4}) :: (17 \frac{1}{4}) : ك$

فنستعلم قيمة ك = نحو ٢١ دقيقة

اي كل مرمي اذا دار في فلكه بدون معارضة حسب قواعد الجاذبية الفاعلة خارج الأرض يدور دوراً كاملاً ويعود الى موضعه في نحو نصف ساعة



شكل ٦٧

(١٧٨) ولكي نرى فعل زيادة سرعة الرمي في المرميات لنفرض ف (شكل ٦٧) نقطة بقرب الأرض ا د ي والقوة الدافعة تدفع الى جهة ف ب حتى يصل المرمي الى د فان زيدت القوة فقد يصل الى ي فكان مركز الأرض المحترق الابدل لفلكه. فان زيدت القوة الدافعة حتى تعدل الجاذبية تماماً دار المرمي في دائرة نامة ف ق غ ومعدل البعد يعدل حيثئذ نصف قطر

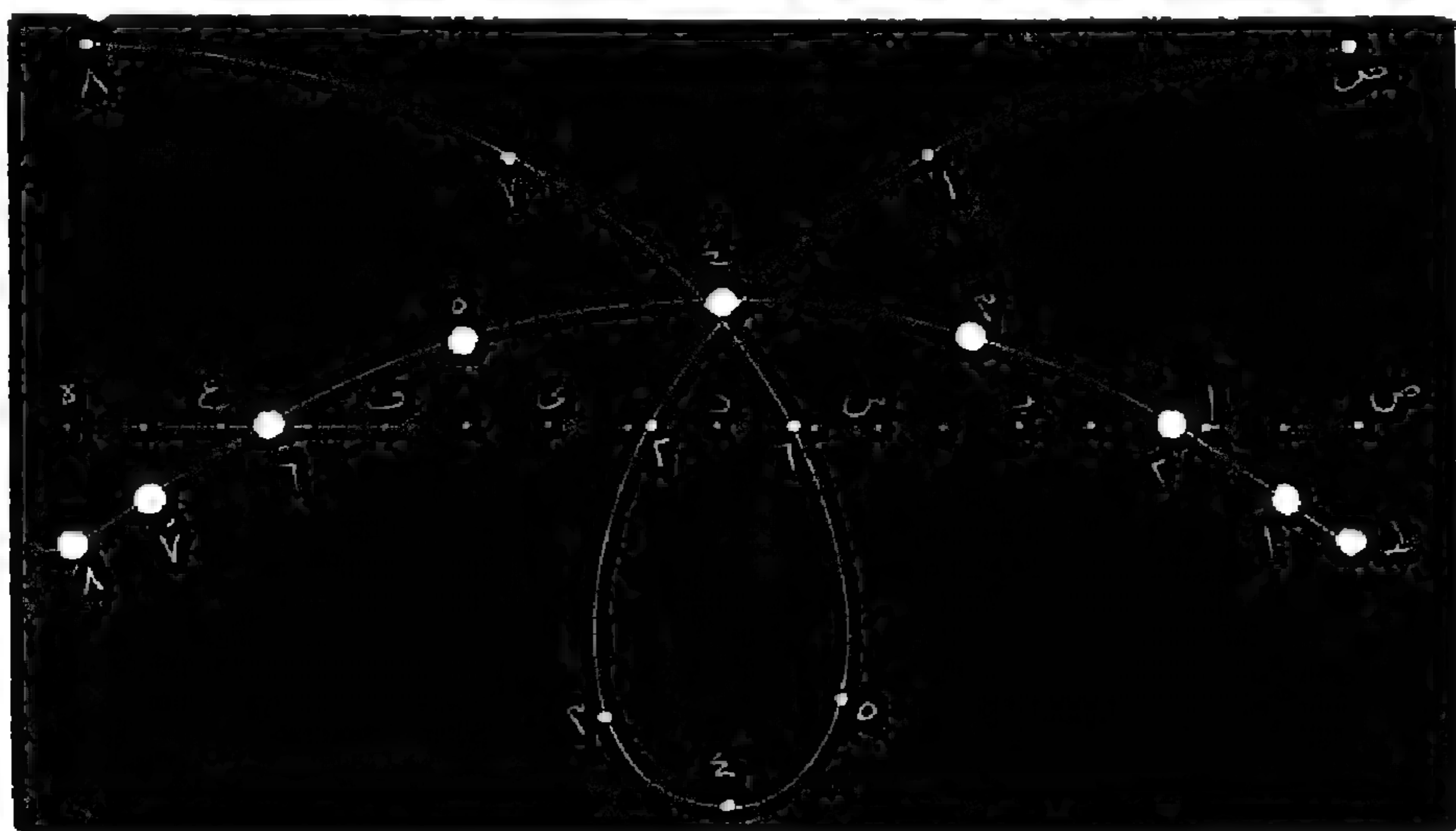
الأرض فيستعلم وقت الدوران بقاعدة كبلر الثالثة وهي  $١٦٤ : ٢٩$  واذا زادت القوة ايضاً يتحرك المرمي في هليلجي ف ك محترقة الاقرب مركز الأرض واذا زادت القوة تزيد مباينة الهليلجي فتصير ف ر ك وبزيادة القوة ايضاً ينتهي الى شلجي ثم الى هذلولي فلا يعود الى طريقة نحو الأرض



(١٧٩) اذا افترضنا حركة الارض المرمية او حركة سيار آخر المرمية حاصلة من دفعة واحدة فرما كانت تلك الدفعة سبب الدوران على المحور ايضاً . فان فعلت القوة الدافعة على خط مار بالمركز فنجبت حركة مستقيمة بدون دوران على المحور وان لم يمر ذلك الخط بالمركز حصل دوران على المحور ايضاً وقد حسب البعض ان حركتي الارض ممكن حصولها بقوة دافعة على خط ٢٤ ميل من مركز الارض على الجانب الابد من الشمس . ولو فعلت على الجانب الذي يلي الشمس لكان الدوران اليومي عكس ما هو

(١٨٠) في حركات الشمس والسيار من قبل دفع السيار

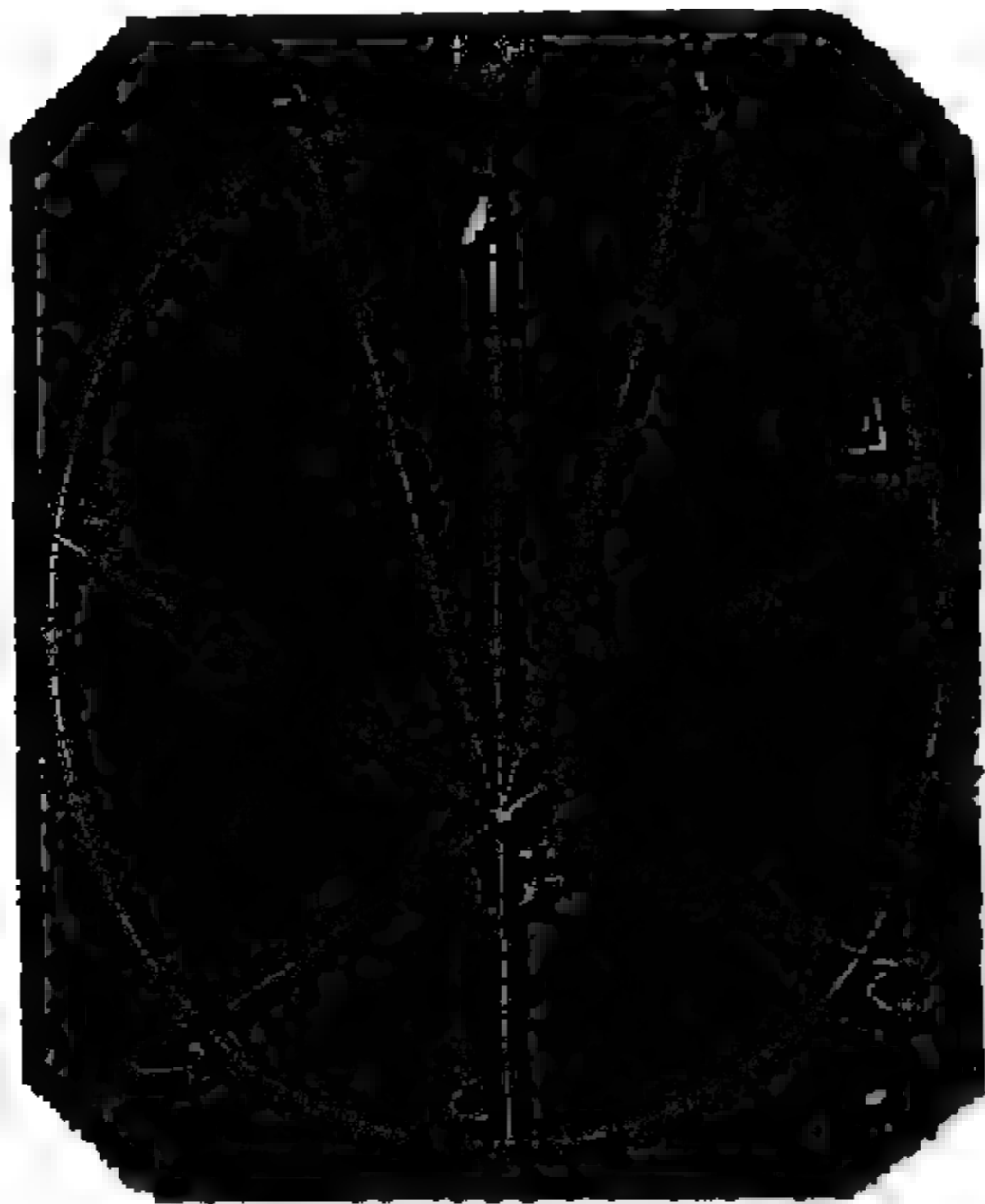
لفرض الشمس عند ط (شكل ٦٨) والارض عند ص وكل واحدة منها جاذبة الاخرى ثم اندفعت ص على خط عمودي على ص ط فلا يمكن ان تبقى ط ثابتة وتتحرك ص حولها لانه كما قد تبرهن في الفلسفة الطبيعية ان مركز ثقلها يتحرك كما كان مجتمع الجسمين قد تحرك لو اُوصل بين مركزيها واندفعوا اندفاعاً واحداً فلنفرض ان بين وزن الجسمين والقوة الدافعة نسبة حتى يمر المركز



شكل ٦٨

ض على الفسحات ض ا اب ب س الخ بينما يمر ص ٤٥ في دائرة حول المركز المتحرك فعند وصول المركز الى ا يكون ص عند ا اي ٤٥ من العمودي عند ا ولا بد ان يكون ط في الجهة المتقابلة من ا بالنسبة الى ص وعلى نفس البعد من ا الذي كان عليه من ض قبل قبوا سطة دفع ص والمجاذبية بين ص وط قد تحرك ط الى ا ثم متى كان المركز عند ب يكون ص في ٢ وط عند ٢ وما دام ص فوق الخط ض ه جذب ط نحو ذلك الخط ثم بقطعة ومن خاصة السكون يبقى سائراً الى الاعلى مع ان ص قد صارت تحت الخط وعلى هذا النسق الاجرام

الدائرة حول مركز متحرك ترسم دوائر بالنسبة الى ذلك المركز وترسم خفيّةً منحنيات تختلف كثيراً عن تلك الدوائر وفي ابدأ نوع من انواع المنحني المعروف بالايبيكولويد وفي المفروض السابق يرسم السيارة ابيكولويد يكون عدة انشوطات والطريق يقطع نفسه مرة في كل دوران وطريق الجرم الأكبر خط متموج والجرم ص يتقهقر في اسفل الانشوط من ٢ الى ٤ الى ٥ وط يتقدم على سرعة غير متساوية لان كلاهما تارة يعوق الآخر وأخرى يسرعه ولا سبيل لدوران جرمين مستقلين حول مركز ثقل ثابت الا بدفع كل واحد منهما بقوة واحدة الى جهتين متقابلتين فتونان فاعلمان على هذه الكيفية هما زوج فعلهما الدوران فقط



شكل ٦٩

(١٨١) سبب باب سيار من نقطة الذنب وذها من نقطة الرأس كلما بعد السيار من الجسم المركزي ش (شكل ٦٩) من ح الى ك الى ا ثقل سرعته حتى تغلب القوة الجاذبة القوة الدافعة بما يكفي لاحتوائه الى س ثم تاخذ بالزيادة وتزيد السرعة ايضاً في المرور من د اي ي الى ف فتضع السرعة وقوع السيار الى ش والجاذبة كافية لاحتوائه عن الاستقامة فينتهي الى غ ايضاً فعند س يصير طريقته داخل محيط دائرة حول المركز ش فيعود وعند غ يصير طريقته خارج دائرة حول المركز ش فياخذ بالذهاب ايضاً

## الفصل الرابع

في مبادرة الاعتدالين والكبوا وانحراف النور وحركة نقطتي الرأس والذنب وموقع الشمس الحقيقي والوسط

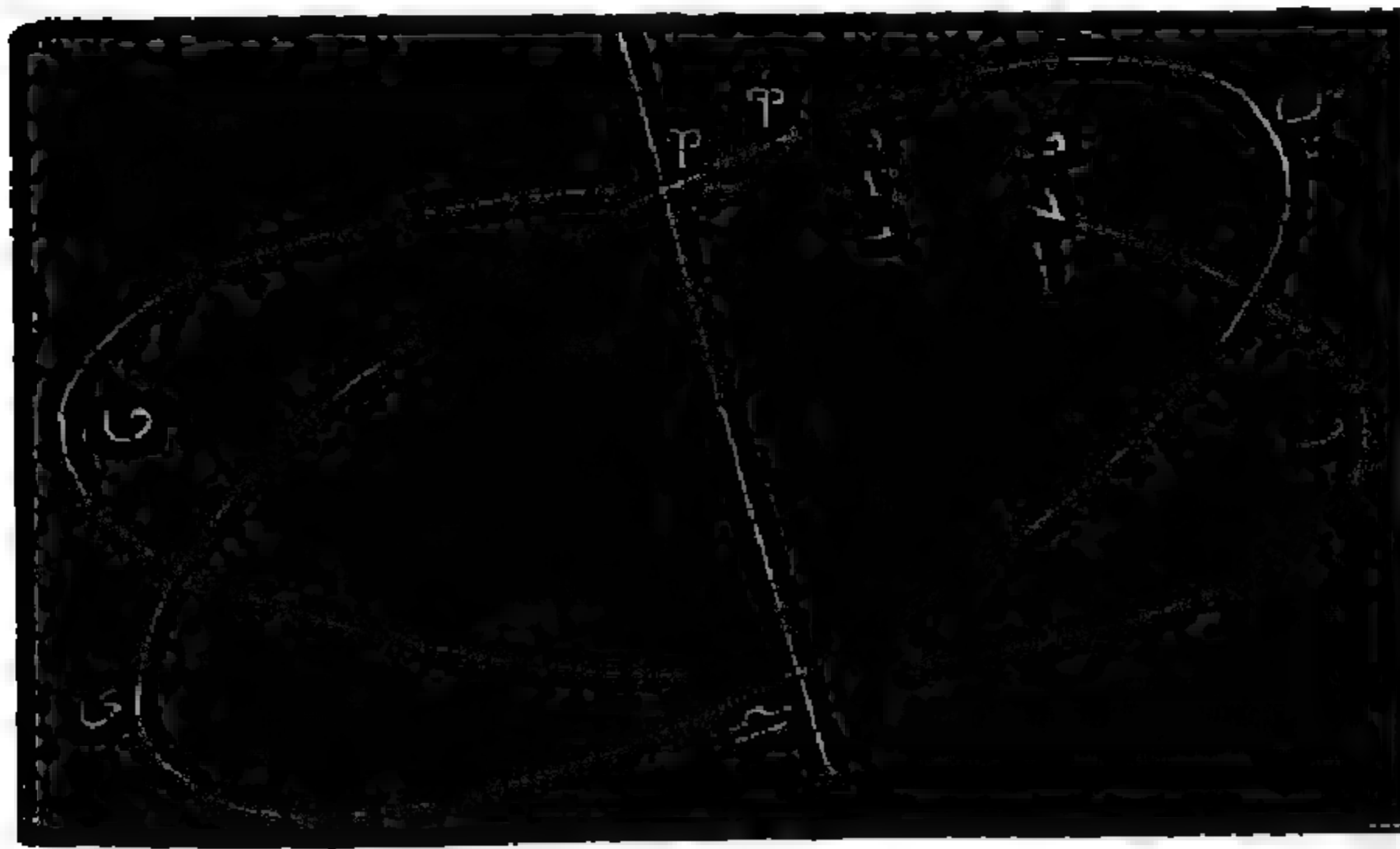
(١٨٢) اذا تعين طول النجوم وعرضها فبعد مضي سنين برى الطول قد زاد والعرض باقى على ما كان وسبب ذلك مبادرة الاعتدالين والكبوا مبادرة الاعتدالين فيراد بها انتقال نقطتي تقاطع دائرة البروج وخط الاستواء رويداً رويداً من الشرق نحو الغرب ان عيناً النقطة التي فيها تقطع الشمس خط الاستواء هذه السنة ووافقت موقع نجم معروف مثلاً فنراها في السنة الآتية تقطع الى غربي ذلك النجم فسميت مبادرة اما لان الشمس تسبق اليها كل



سنة وأما لانه في مرور الهاجرة البومي يسبق الاعتدال النجوم التي قطعت الهاجرة معه في السنة الماضية. وعلى هذا السيل في مضي الادوار تقع تقطنا الاعتدالين في كل نقطة من دائرة البروج (١٨٣) كمية المبادرة السنوية =  $٥٠' ٢''$  ولما كان في كل درجة  $٢٦٠٠''$  لنا  $٢٦٠٠ \times ٢٦٠$  =  $١٢٩٦٠٠٠$  في دائرة و  $١٢٩٦٠٠٠ + ٥٠' ٢'' = ٢٥٨١٧$  سنة لدوران الاعتدالين دورانا واحداً

(١٨٤) من مبادرة الاعتدالين بدور قطب خط الاستواء حول قطب دائرة البروج في ٢٥٨١٧ سنة كما تقدم وكما ان نجم القطب لم يكن نجم القطب في قديم الزمان هكذا لا يكون كذلك في المستقبل ونرى من الزيجات القديمة للنجوم الثوابت ان نجم القطب كان حيثئذ بعيداً عن القطب  $١٢'$  وبعد عنه الآن  $٢٢'$  تقريباً وسيتقرب اليه حتى يصير بينها نحو  $١'$  ثم يبعد عنه وبعد مضي نحو ١٢٠٠٠ سنة يكون قطب خط الاستواء قد انتقل الى الجانب الآخر من دائرة البروج فيصير بين النسر الواقع والقطب اقل من  $٥'$  فيكون هو حيثئذ نجم القطب وتقرب سنة ٢١٠٠ يكون بين نجم القطب والقطب  $٢٩'$  و  $٥٥'$  و  $٢١٠٠ +$  نصف  $١٢٥٨٦٨$  اي  $١٢٩٢٤ = ١٥٠٣٤$  اي في تلك السنة يكون نجم القطب على بعد الابعد عن القطب اي  $٤٥' ٢٢''$  وتقرب سنة ٢٢٠٠ ق م كان النجم الثالث من ذنب الثعبان اي  $\alpha$  الثعبان نجم القطب اذ كان بعده عن القطب يومئذ  $١٠'$  فقط

(١٨٥) قد تقدم ان مبادرة الاعتدالين صادر من جاذبية الشمس والقمر على زيادة المهيولي في الاقاليم الاستوائية لكون الارض شبيهة بكرة وليست كرة تامة ولما كانت الشمس في دائرة البروج وميل تلك الدائرة  $٢٣' ٢٧''$  على دائرة خط الاستواء فالجاذبية المشار اليها تجذب خط الاستواء نحو دائرة البروج ولولا حركة الارض اليومية لانتهى الى سطح واحد



شكل ٢٠

(١٨٦) لسبب ميل دائرة البروج على خط الاستواء تكون جاذبية الشمس للاقسام الاستوائية مائلة فتدخل الى قسمين احدهما عمودي على خط الاستواء وفعل هذا القسم هو ادارة نصف الكرة الاستوائية الاقرب الى الشمس نحو دائرة البروج والخط الذي تدور عليه هو الموصل

بين الاعتدالين والنصف الآخر يبعد عن دائرة البروج غير ان الابعاد اقل من التقريب فتقدم



الحلقة نحو دائرة البروج وهذا الاقتراب مع سكون الحلقة الاستوائية في الحركة اليومية يقهر الاعتدالين  
ليكن  $Y$  سطح دائرة البروج (شكل ٧٠) و  $R$  الحلقة الاستوائية المهيولة فجوهر من  
هذه الحلقة  $A$  مثلاً بسبب السكون في الدوران اليومي يميل الى  $q$  في سطح  $Q$  فليكن  $AB$  عبارة  
عن تلك القوة و  $AF$  عبارة عن الميل نحو  $Y$  بسبب جاذبية الشمس فتكون الحركة الناتجة من  
القوتين القطراد وذلك يقهر  $q$  الى  $q$  وكل جواهر الحلقة تحت هذا الفعل الا لحظة كل يوم  
عندما تقطع  $q$  و  $Y$  ان لم تكن الشمس على خط  $q$  كما هي في اذار و ايلول فيبطل الفعل حيناً  
(١٨٧) ان فعل القمر في مبادرة الاعتدالين اعظم من فعل الشمس لقربه والنسبة بين فعله  
وفعل الشمس  $2:7$  وللسيارات ايضاً فعل في زيادة الميولي عند الاجراء الاستوائية غير ان فعل  
السيارات هو لتقليل المبادرة لان مقدار المبادرة الحاصلة من جاذبية الشمس والقمر  $= 0.4$  وفعل  
السيارات بالصد  $= 0.2$  فبقي للمبادرة  $0.2$

(١٨٨) ان زمان دوران الشمس من نقطة الاعتدال الى ان تعود اليها ايضاً  $Y$  سنة اعتدالية  
وقد رأينا ان ذلك ينقص عن دوران كامل  $0.2$  ونسبة  $0.2$  الى  $8$  اي حركة الشمس اليومية  
 $24$  ساعة  $0.2$   $20$   $22$  من الوقت اي السنة الاعتدالية اقصر من السنة النجمية بمقدار  
 $20$   $22$  وقت شمسي اوسط فالسنة النجمية  $365$   $6$   $9$   $9$   
والاعتدالية  $365$   $5$   $48$   $46$

(١٨٩) ومن مبادرة الاعتدالين حدث ايضاً ان اسماء البروج الآن لا توافق الصور المسماة  
بتلك الاسماء بل انتقلت البروج  $28$  الى غربي صورها ولا ريب انه لم يكن كذلك في اول تقسيم  
دائرة البروج بل كان كل برج حينئذ يوافق صورته . و  $0.2$  : سنة واحدة  $20$  :  
( $108000 =$ ) اي  $6$   $105$   $21$  اي  $م$  بنحو  $28$  سنة اي مدة قليلة بعد بناء مدرسة الاسكندرية

### في الكبو

(١٩٠) رأينا سابقاً ان مبادرة الاعتدالين ودوران قطب خط الاستواء حول  
قطب دائرة البروج يحصل من جاذبية الشمس والقمر على الحلقة المهيولة في اجزاء الارض الاستوائية  
فلا بد ان يكون فعل تلك الجاذبية اعظم متى كانت الشمس في المدارين ولا شيء متى كانت في  
الاعتدالين ونسبة فعل القمر في هذا العمل الى فعل الشمس  $2:5$  تقريباً فيحصل من ذلك تغيير  
مستمر في ميل دائرة البروج على خط الاستواء تارة يزيد واخرى ينقل وبالنسبة نحصل حركة لقطب  
خط الاستواء تارة يقرب الى قطب دائرة البروج واخرى يبعد عنها فتكون حركة قطب خط

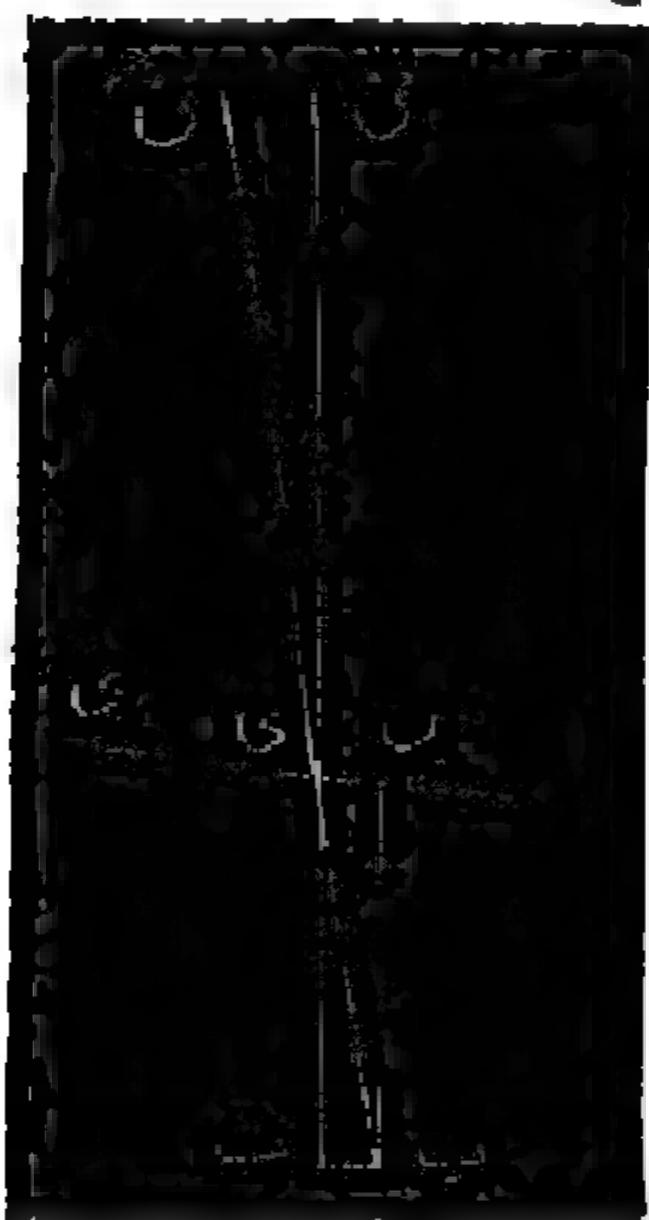
الاستواء حول قطب دائرة البروج في دائرة محيطها مركب من منحنيات تقع بينها وتحد بينها الى نحو قطب دائرة البروج دواليك فتشبه خطاً موجاً (شكل ٧١) وهذه الحركة سُميت الكبر وكبيرها نحو ١٨" ق قطب خط الاستواء و ف قطب دائرة البروج وسمى الكبر ٢٥" ٤



## في انحراف النور

شكل ٧١

(١٩١) الانحراف هو تغيير في مكان جرم سموي الظاهر حادث من حركة الارض في فلكها في مدة انتقال النور عن ذلك الجرم اليها فيكون مكانه الظاهر وراء مكانه الحقيقي بمقدار الانحراف



شكل ٧٢

ليكن ي ي س (شكل ٧٢) جزءاً من دائرة البروج و ن ي شععة من نجم عند ن خذ ي س متناسباً لحركة الارض في فلكها و ي ت متناسباً لحركة النور وتم شكل ي س ب ت وارسم القطر ي ب ومن حركة الارض في فلكها في مدة انتقال النور اليها من النجم يظهر كأن العين ثبتت عند ي واتي النور من نجم عند ن فيكون الفرق بين المكان الظاهر والمكان الحقيقي لناظر عند ي الزاوية ن ي ن فمن نسبة سرعة حركة النور الى سرعة حركة الارض في فلكها نستعلم هذه الزاوية وحركة النور ١٩٢٠٠٠ ميل كل

ثانية وحركة الارض = ١٩ ميلاً كل ثانية فليكن ي س حركة الارض و ي ت حركة النور فنسبة ١٩٢٠٠٠ : ١٩ :: ٤٤٥١ : ٢٠" = زاوية ت ي ب = ن ي ن مقدار الانحراف فمتى كان النور الآتي من جرم سموي عمودياً على فلك الارض يكون الانحراف ٢٠" ٤٤٥١ وقد سُميت هذه الكمية مسمى الانحراف واذا كانت الارض متحركة نحو الجرم يكون الانحراف صفراً فنجم واقع في سطح دائرة البروج يظهر في مكانه الحقيقي مرة في كل ستة اشهر وقبل هذين الوقتين بثلاثة اشهر وبعدها بثلاثة اشهر ينحرف الى الجهتين المتقابلتين ٢٠" ٤٤٥١ فيكون كل انحرافها ٤١" تقريباً ونجم في قطب دائرة البروج يسبق مكانه الظاهر ٢٠" ٤٤٥١ ايئاً فكانه يرسم دائرة قطرها ٤١" وكل جرم بين سطح دائرة البروج وقطبه يرسم هليجياً قطر الاكبر ٤١" وقطر الاصغر يزيد بالنسبة الى عرض النجم

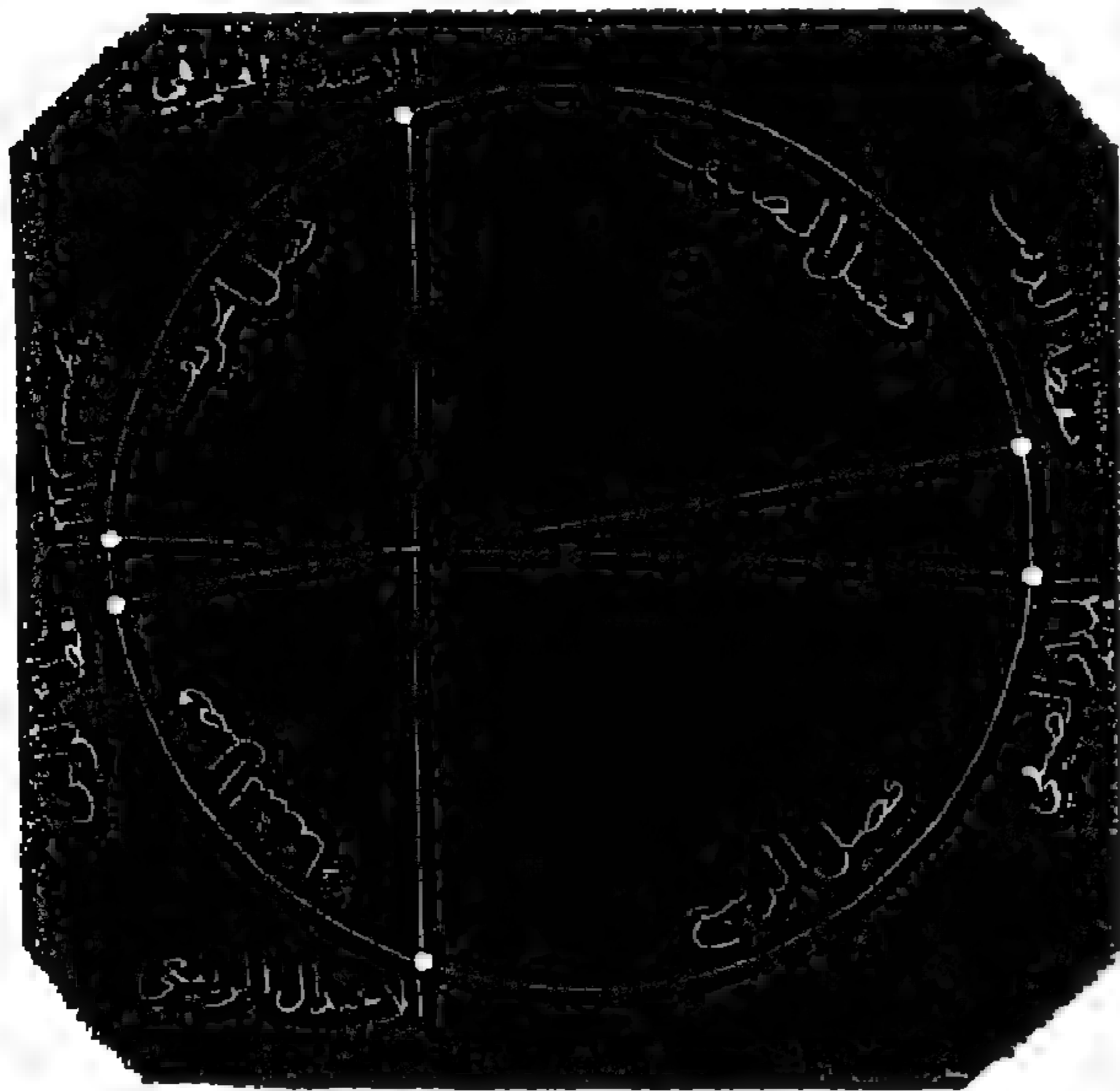
الانحراف برهان حسي على حركة الارض وصحة النظام الكوبرنيكي واذا استعلمنا موقع نجم بالحساب وراقبنا موقعه بالنظر لنا الانحراف فتستعلم من ذلك سرعة النور بقلب النسبة المذكورة



اي ماس ٤٤٥١' ٢٠" :: ١/٢ ق :: ١٩ ميلاً : ١٩٢٠٠٠ ميل كل ثانية

(١٩٢) ان نقطتي الرأس والذنب للارض ليستا بثابتتين بل تنتقلان بين البروج من الغرب الى الشرق وها الآن في ١٠ السرطان و ١٠ الجدي اي تكون الارض في نقطة الذنب في أول تموز وفي نقطة الرأس في اكتوبر الثاني فان رصدنا وقت وصول الارض الى نقطة الرأس هذه السنة وعيناً موضعها بين البروج نجد في السنة الآتية انها تصل الى تلك النقطة ٦٦' ١١" الى شرقي النقطة المشار اليها وهاتان النقطتان تتقدمان كل سنة ٦٦' ١١" ولكن الاعتدال الذي نحسب منه الطول يتحرك الى الغرب كل سنة ٥٠' ١" فيتغير طول نقطة الرأس كل سنة ٦٦' ١١" وهذه الحقيقة يُعبر عنها بان الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب له حركة سنوية من الغرب الى الشرق ويدور دورانياً كاملاً في ١١١٤٩ سنة \*

في سنة ١٨٠٠ كان طول نقطة الرأس ٢٧٩' ٢٠" اي فانت المدار الشتوي ٩' ٢٠" ٨



شكل ٧٣

فكانت عند المدار الشتوي في سنة ١٢٤٧ لان ٩' ٢٠" ٨ + ٦١' ٢" = ٥٥٣ سنة و ١٨٠٠ - ٥٥٣ = ١٢٤٧ وعلى هذه الكيفية يستعلم ان نقطة الرأس توافق طول المدار الصيفي في سنة ١١٧٤١ في سنة ٤٠٨٩ ق م وافق طول نقطة الرأس الاعتدال الربيعي في سنة ٦٥٨٩ يوافق الاعتدال الخريفي وفي سنة ١٧٢٦٧ يعود الى موافقة الاعتدال الربيعي فيكمل الدوران وعلة هذا الانتقال هي جاذبية السيارة الكبار التي دوائرها خارج دائرة الارض حول الشمس لان فعلها مضاد جاذبية الشمس وهذا الانتقال وافق طول

الفصول من هذا القبيل يتضح من شكل ٧٣

\* ان انتقال نقطة الرأس والذنب اكتشفه أولاً محمد بن جابر بن سنان ابو عبد الله الحراني المعروف بالبناني نسبة الى البنان قرية بقرب حران بين النهرين من رصد رصدها في اواخر القرن التاسع واول القرن العاشر للمسيح في الرقة على الفرات . كان صائياً وتوفي سنة ٩٣٩ مسجياً



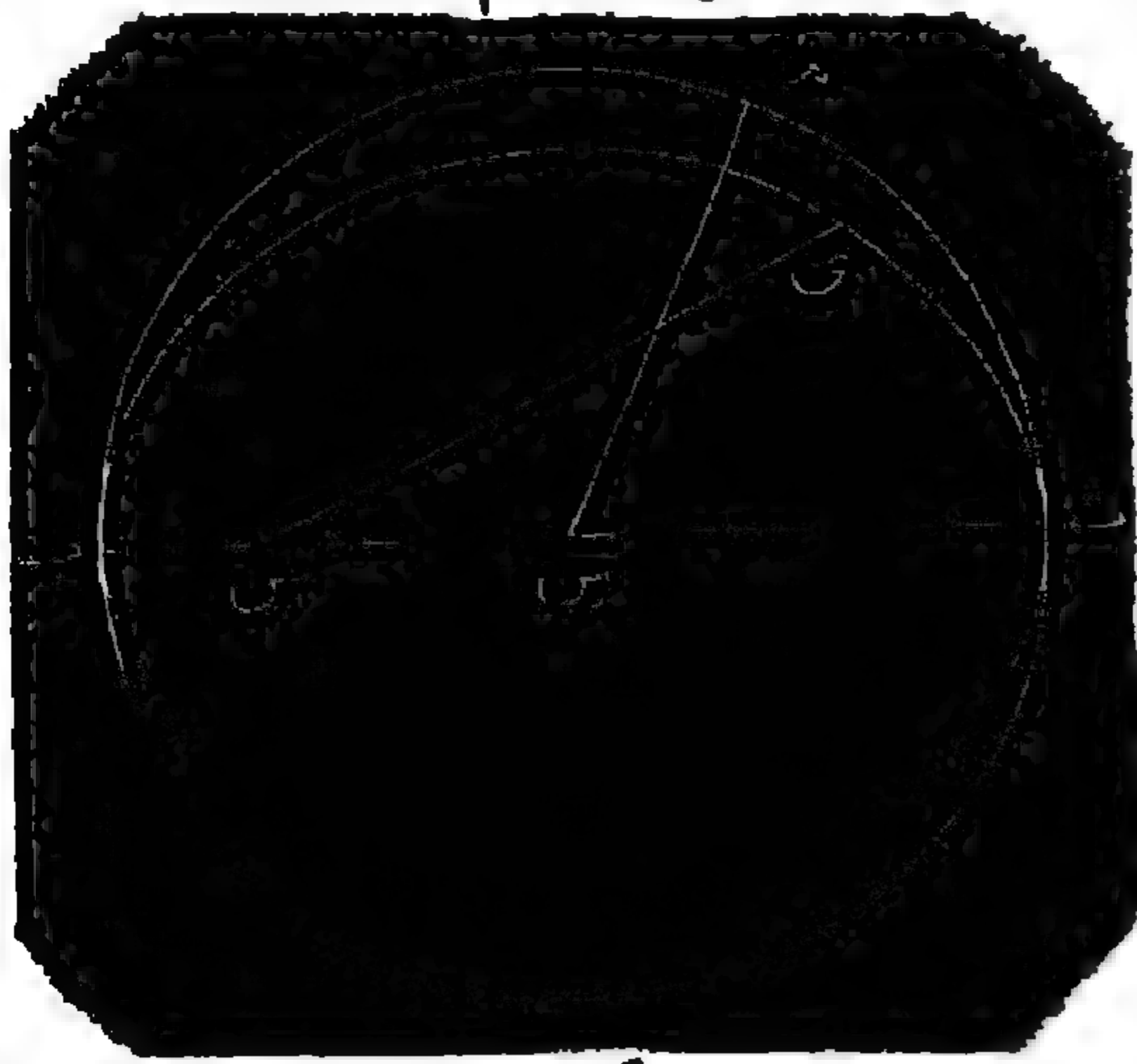
(١٩٣) ان رُسم خط من الشمس الى جرم وآخر الى بعد الا بعد عن الشمس سُميت الزاوية المحاذية بينهما الزاوية الوسطى ومنه انتقال الشمس من نقطة الذنب مثلاً الى ان تعود اليها ايضاً سُميت سنة وسطى ولا بد ان تكون اطول قليلاً من سنة نجمية لانه يقتضي للشمس ان تحرك  $11^{\circ} 66'$  اكثر من دائرة كاملة

و  $260^{\circ} 356' 360'' :: 11^{\circ} 66' : 40^{\circ}$  اي زيادة سنة وسطى على سنة نجمية

(١٩٤) من تغيير نقطتي الراس والذنب بالنسبة الى المدارين لا بد ان يحصل تغيير ايضاً في الفصول لانه لما كانت الارض في البعد الاقرب عند ما كانت الشمس في المدار الشتوي كما كان في ١٢٤٨ والارض حينئذ على اسرع حركتها يكون الشتاء اقصر من الصيف وبالعكس ان كانت الارض في البعد الاقرب والشمس في المدار الصيفي تكون الارض حينئذ على اسرع حركتها في الصيف ويكون الصيف اقصر من الشتاء والآن لترب نقطة الراس الى المدار الشتوي نجد الشهور الستة للشتاء اقصر من التي للصيف باكثر من سبعة واقل من ثمانية ايام

(١٩٥) حركة جرم الوسطى في الحركة التي كانت له لو تحرك على التساوي في دائرة تامة فتُحسب للاجرام السماوية دوائر حقيقية وتُحسب المكان الذي يكون فيه الجرم لوقت مفروض اية مكانه الاوسط ومن ثم يُصلح ذلك لاختلاف فلكه عن دائرة حقيقية وهكذا يُستعلم مكانه الحقيقي والزيجات الفلكية نعين المكان الاوسط للاجرام السماوية ومعادلات لاصلاح ذلك

(١٩٦) انواع الاصلاح اللازمة للكميات المنبئة في الزيجات لاجل معرفة مكان جرم الحقيقي سُميت معادلات . مثالة لو حسبنا مكان الشمس الاوسط لوقت فلكي نستعلم مكانها الحقيقي يجب



شكل ٢٤

ان نعتبر التغيير الحاصل من مبادرة الاعتدالين ومن الكبو ومن مباينة فلكها فيضاف الى الزيجات معادلات لكل هذه الاشياء بها يُصلح المكان الاوسط لمعرفة المكان الحقيقي وايضاً معادلات لجاذبية السيارات التي يحدث منها تغيير في مكان الشمس والارض بالنسبة الى السيارات وفي مكان السيارات بنسبة بعضها الى بعض ليكن ت ي ب (شكل ٢٤) فلك الارض

ولكن الشمس عند ص . على القطرت ب ا رسم دائرة

ت م ب وليكن ي موضع الارض في فلكها وم المكان الذي كانت تكون فيه لو تحركت في دائرة

حقيقية فالزاوية م س ت سميت الزاوية الوسطى غير الحقيقية وهي ص ت الزاوية الوسطى الحقيقية والفرق بينها اي م س ت - ي ص ت = معادلة المركز اي الاصلاح اللازم للزيجات من جرا هليجية فلك الارض وهي اعظم انواع الاصلاح كلها لمعرفة طول الشمس الحقيقية اذ تبلغ احبانا  $1^{\circ} 55' 8''$

## الفصل الخامس

في القمر . اوجه القمر ودورانه . تخطيط القمر

(١٩٧) القمر جرم سماوي تابع الارض يدور حولها على بعدٍ معدله ٢٢٨٨٢٢ ميلاً ومباينة فلكه ٠.٠٥٤٩. فيكون معظم بعده ٢٥١٩٤٧ وإقله ٢٢٥٧١٩ ومعدل اختلافه الافقي عند خط الاستواء هو ٥' ٥٧" ومعظمه ٦٠' ١" وإقله ٥٤' ٧" فيستعلم بعد هذه النسبة

جیب ۵۷' ۵" : نصف قطر الارض ۸۶۶۲' ::  $\frac{1}{4}$  ق : ۲۳۸۸۲۳

وحسب آدمس: ٢٣٨٧٩٢. أما قطر القمر الظاهر فهو ٦'٢١"

و¼ق: ۲۲۸۸۴۳ :: ج ۱۵' ۳۳" : ۱۰۸۰۰ = نصف قطر القمر والنظر ۲۱۶۱ ميلاً

هنا حسب هينسن وحسب بعضهم نصف القطر ١٥' ٢٦' ٢١" فيزيد القطر المذكور نحو ٧ أو ٨ أميال ونسبة سطح الأرض إلى سطح القمر كربع نصف قطرها أي كنسبة ١٢ : ١ ولأن الكرات ككعاب اقطارها يكون جرم القمر  $\frac{1}{49}$  من جرم الأرض أما ثقله النوعي فقد حسب  $\frac{1}{4}$  أي  $\frac{1}{4} = 610$  من ثقل الأرض النوعي فوزنه  $= \frac{1}{49} \times 610 = \frac{1}{8}$  تقريباً. إن حسبنا الأرض واحداً فنسبة الجاذبية على الأرض إلى الجاذبية على القمر:  $\frac{1}{(1.80)} : \frac{1}{(39.67)}$  أي ٦ : ١ تقريباً

الاختلاف الافقي حسب أبري  $07' 94'' 4 = 228606$  بعد

" " " آدمس ۲۷'۵۷ = ۲۲۸۸۱۸ بعد

(١٩٨) من رصد القمر من يوم الى يوم يراه يدور حول الارض من الغرب الى الشرق

وميل فلكه على دائرة البروج بمختلف بين  $5^{\circ} 20' 6''$  و  $4^{\circ} 57' 22''$  ومعدله  $5^{\circ} 8' 55''$  ومدة دورانه  $22^{\circ} 27'$  يوماً أي الى ان يعود الى الموضع بين النجوم الذي كان فيه

(١٩٩) المدة المشار اليها في الشهر النجدي واما مدة الدوران بالنسبة الى الشمس فهي الشهر

الفانوني وهو ٢٩'٥٣ يوماً لان القمر يمر كل يوم على ١٢ درجة تقريباً والشمس في مدة ٢٧ يوماً تقدم



نحو ٢٧ فيقتضي للقمر يومان بزيادة لكي يقترب بالشمس ايضاً  
(٢٠٠) العتدنان هما نقطتا تقاطع فلك القمر ودائرة البروج وبينهما ١٨٠° فاذا كان القمر  
صاعداً من الجنوب الى شمالي دائرة البروج فنقطة التقاطع هي العتدة الصاعدة والاخرى العتدة  
النازلة

متى كان الشمس والقمر على طول واحد قيل انها في الاقتران ومتى كان بينهما ٩٠° طولاً قيل  
ان القمر في الربع الاول ومتى كان بينهما ١٨٠° قيل ان القمر في الاستقبال ومتى كان بينهما ٢٧٠°  
قيل ان القمر في الربع الثالث

(٢٠١) يستعمل الشهر القانوني بمقابلة الخسوفات القديمة بالحدثة اي بقسمة الايام بينها على  
عدد الملالات وهو ٢٩ يوماً ١٢ ٤٤ ٣ = ٢٩ ٥٣٠ ٩ يوماً

(٢٠٢) لاستعلام الشهر النجدي اقسام ٢٦٠° على ٢٥٦٣٥ ٢٦٥° اي الايام في سنة نجمية فلنا  
٢٩ ٨٥٦ ٠° اي حركة الشمس اليومية . اضربها في ٢٩ ٥٣° اي ايام الشهر القانوني فلنا ٢٩ ١٠٥°  
اي القوس التي تقطعها الشمس في الشهر القانوني فيقطع القمر ٢٦٠° + ٢٩ ١٠٥° في شهر قانوني  
و ٢٦٠° في شهر نجمي ثم نسبة

٢٦٠° + ٢٩ ١٠٥° : ٢٦٠° :: ٢٩ ٥٣° : يوماً ٢٧ ٢٢° وهو بالندين ٢٧ ٢٢ ٣ ٤ ١١°  
(٢٠٣) هيئة فلك القمر يستعمل كما تقدم من جهة فلك الشمس لان قطر القمر الظاهر يختلف  
بين ٢١ ٧ ٢٢° و ٢١ ٩١ ٢٩° فتكون نسبة بعد القمر البعد الى بعده الاقرب :: ٦ : ٧ تقريباً  
ومعدل مباينة فلكه  $\frac{1}{18}$  = نحو ١٢ ١١ ١٢ ميلاً معظمها  $\frac{1}{15}$  = ١٥٧٦٠ ميلاً ومصغرها  $\frac{1}{33}$  = ١٠٥١٠  
اميال . اي  $\frac{1}{4}$  مرات اكثر من مباينة فلك الارض ولكن بالظر لا يمتاز عن دائرة حقيقية لان  
القطر الاعظم يزيد على منصفه  $\frac{2}{3}$  من طول فخط

متى كان القمر على اقرب مسافته عن الارض قيل انه في الاوج ومتى كان على ابعد ما قيل انه  
في الحضيض

الشهر الاوسط هو مدة دوران القمر من اوج الى اوج او من حضيض الى حضيض وهو ٢٧ ٥٠°  
يوماً والشهر العتدي هو مدة الدوران من عتدة الى عتدة وهو ٢٧ ٢١° يوماً

(٢٠٤) القمر يدور على محوره في نفس مدة دورانه حول الارض اي مرة في ٢٧ ٢٢° يوماً  
ومحوره عمودي على سطح فلكه تقريباً فيرى من سطح الارض جانب واحد من القمر فقط ويرى كل  
سطحه من الشمس مرة في كل شهر قانوني اي ٢٩ ٥٣° يوماً . نهارة ١٥ يوماً وليلة ١٥ يوماً تقريباً  
خط القمر الاستوائي مائل قليلاً على دائرة البروج وعتدته الصاعدة توافق عتدة فلكه النازلة



ابداً في رسم محور القمر سطحاً مخروطياً حول محور دائرة البروج مرة في كل ١٨<sup>٦</sup> سنة (٢٠٥) تمايل القمر هو حركة جزئية له بها يظهر لنا شيء قليل من نصف كرتي الخفية وهو ثلاثة انواع تمايل طولاً وتمايل عرضاً وتمايل يومي اما التمايل طولاً فيه يمتد النظر قليلاً حول خط الاستوائي أولاً من الجانب الواحد ثم من الجانب الآخر مرة كل شهر فنجب وذلك لانه يدور دورانياً متساوياً على محوره ويتحرك على غير تساوي في فلكه . فمتى كان في المحضض يدور على محوره اكثر من ٩٠° بينما يمر على ٩٠° من فلكه فنرى اكثر قليلاً من جانبه الشرقي وبالعكس متى كان في الاوج فنرى اكثر قليلاً من جانبه الغربي ومعظمه ٧° ٥٥' فلو كان فلك القمر دائرة لما حصل تمايل طولاً

اما التمايل عرضاً ففيه يمتد نظرنا الى ابعد من قطبيه قليلاً بما ان محور القمر مائل قليلاً على فلكه اي ٦° ٢٩' على المعدل فينبوجه نحونا أولاً القطب الواحد ثم الآخر مرة كل شهر . ومعظمه ٦° ٤٧' وباتفاق النوعين ينكشف من سطحه ١٠° ٢٤' فلو كان فلكه وخط الاستوائي في سطح واحد لما حصل تمايل عرضاً

اما التمايل اليومي فمن قبل الاختلاف اليومي لانه متى كان على الهاجرة نراه كما لو نظرنا اليه من مركز الارض تقريباً ومتى كان في الافق يكون ابعد عنا نحو ٤٠٠٠ ميل فيمتد النظر قليلاً على جانبه الغربي عند شروقه وعلى جانبه الشرقي عند غرويه ومعظمه ٢٢' وبمساعدة انواع التمايل نرى من سطح القمر  $\frac{٥٧}{١٠٠}$  والنسم منه الخفي عما ابداً هو  $\frac{٤٢}{١٠٠}$  من سطحه

(٢٠٦) بعد القمر عن الارض هو نحو ٦٠ مرة  $\frac{١}{٢}$  ق الارض وبالتدقيق ٩٦' ٥٩' فمتى كان على الهاجرة يكون قطر الظاهر  $\frac{١}{٦}$  مرة اكبر مما هو والقمر في الافق اي نحو ٢٠° وذلك لا يشعر به بالنظر بل يقاس بالآلات

(٢٠٧) القمر يدور حول الارض والارض تدور حول الشمس على ٤٠٠ مرة بعد القمر عن الارض لان  $٢٢٨٦٥٠ \times ٤٠٠ = ٩٥٤٦٠٠٠٠$  فنقطة من خط القمر الاستوائي يدورانه على محوره فتتحرك ١٠ اميال كل ساعة وسرعة القمر حول الارض ٢٢٠٠ ميل كل ساعة وسرعته حول الشمس ٦٨٠٠٠ ميل كل ساعة

(٢٠٨) هيئة فلك القمر اذا دار جرم حول مركز متحرك برسم خطاً منحنيّاً سي ايبك بكلويد وفلك القمر هو ايبك بكلويد متموج

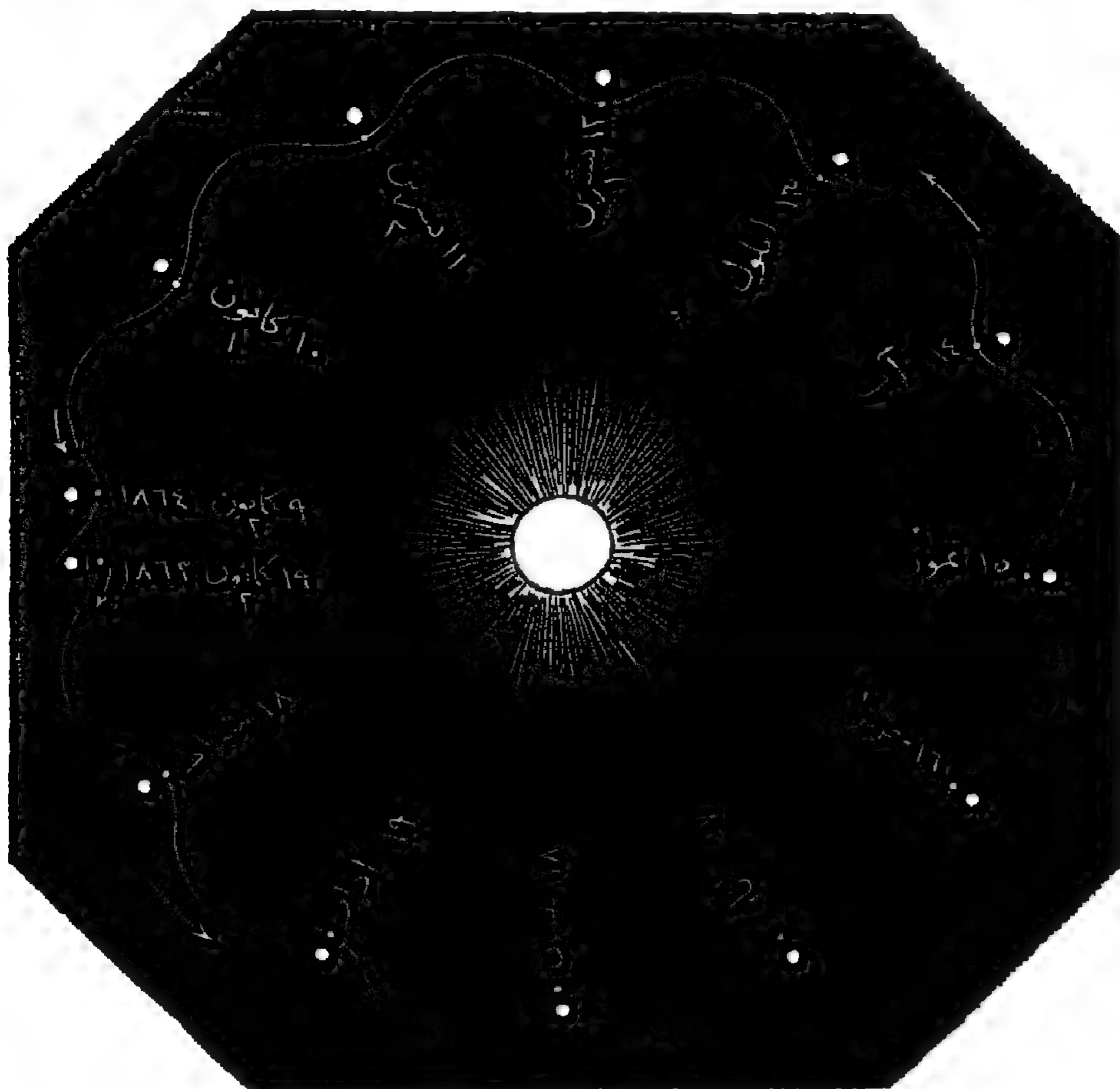
لتكن الدوائر الصغار (شكل ٧٥) دالة على قطع فلك القمر واي قطعة من فلك الارض حول الشمس وهي عند ملتقى الخطوط المفترضة فيينا يدور القمر نصف دورانه حول الارض ثم

الارض على  $\frac{1}{3}$  من فلكها اي من ا الى ي فلنفرض الارض عند ا والقمر في الربع الآخر آخذاً في المرور بالقوس من فلكه التي هي اقرب الى الشمس فمضى انتهت الارض الى ب يكون القمر قد مر على نصف الربع ومتى صارت الارض عند س يكون القمر في الاقتران ومتى كانت الارض عند د



شكل ٢٥

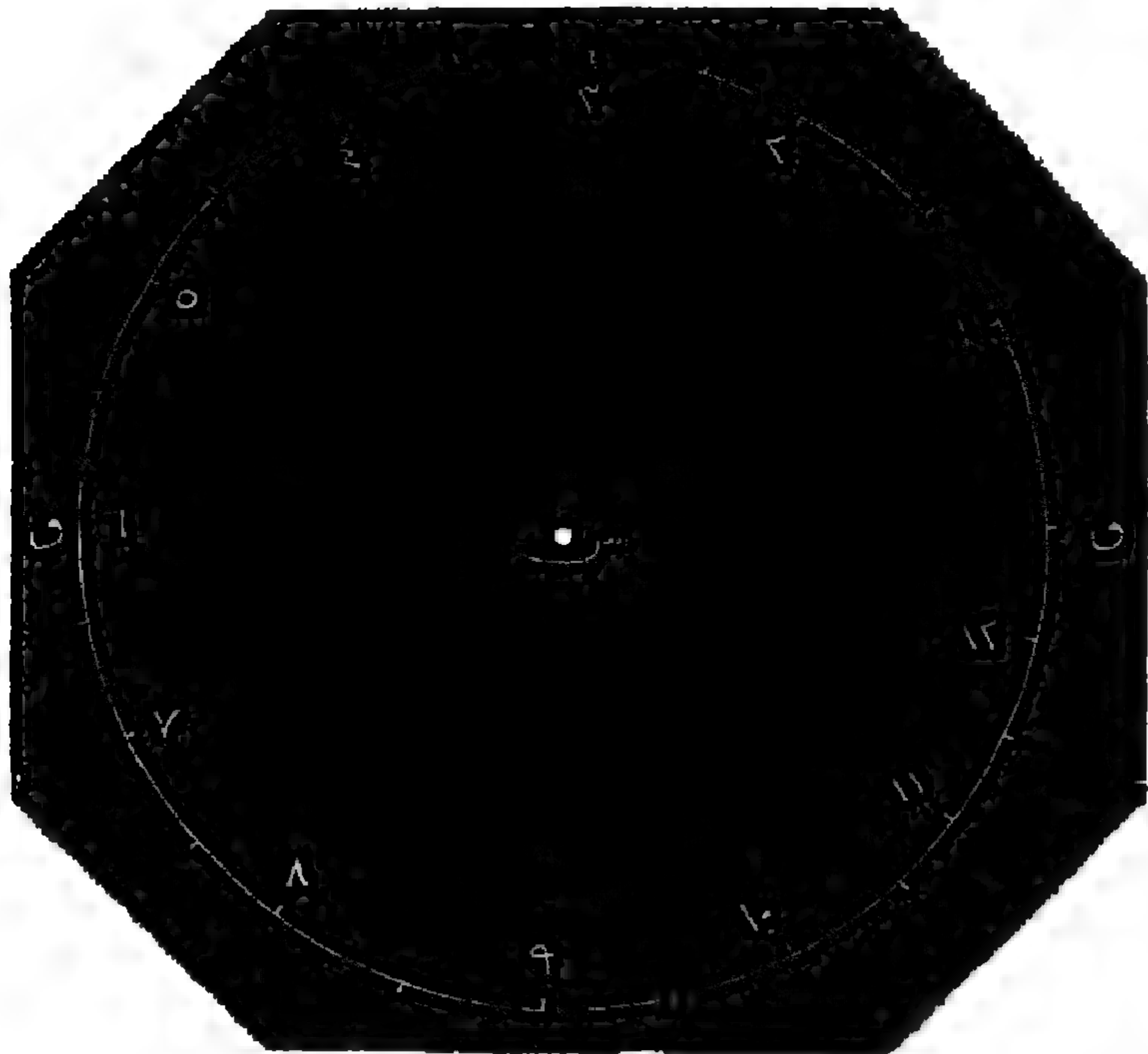
يكون قد مر على نصف الربع ايضاً ومتى كانت الارض عند ي يكون القمر في الربع الاول اي قد مر على نصف فلكه بالنسبة الى الارض واما بالنسبة الى الشمس فيكون قد مر على منحنى داخل



شكل ٢٦

فلك الارض من ا الى ي وعند ي يقطع فلك الارض ويتقدم مع الارض مسافة اخرى ويرسم منحنياً خارج فلك الارض وهكذا يرسم في السنة ٢٥ نموجاً صغيراً جداً بالنسبة الى فلك الارض حتى

بالكد يمتاز فلكه عن فلك الارض لناظر اليه من الشمس وذلك يتضح ايضاً من شكل ٧٦ و ٧٦ ب (٢٠٩) بما ان القمر يدور حول الشمس على معدل بعد الارض وفي نفس مدة دوران الارض حولها فلا بد ان يكون خاضعاً للقوات الفاعلة في الارض فلو تلاشت الارض لما تغير فلك القمر حول الشمس كثيراً الا بمحو التموج الحاضر وتحويل فلكه الى هليجية صحيحة



شكل ٧٦ ب

لاجل معرفة نسبة جاذبية الشمس للارض الى جاذبيتها للقمر فقد تقدم (ع ١٠٤) ان القوة الجاذبة نحو المركزاي ج  $\frac{1}{r^2}$  وت = مدة الدوران فاذا جعل  $\frac{1}{r^2}$  ق فلك القمر واحداً يكون  $\frac{1}{r^2}$  ق فلك الارض نحو ٤٠٠ والمذات ٢٧ ٢٢ يوماً و ٢٥ ٢٦ يوماً . فنسبة جاذبية القمر نحو الشمس : جاذبيتها نحو الارض ::  $\frac{1}{(٢٧,٢٢)^2} : \frac{1}{(٢٥,٢٦)^2}$  : ٢ : ١ تقريباً اي الشمس وان كانت ابعد تجذب القمر  $\frac{1}{٢}$  اكثر مما تجذبه الارض

وان قيل فلماذا لا يترك القمر الارض اطاعة لجاذبية الشمس الزائدة فتذهب اليها ولا سيما عند حدوث كسوف تام حينما تجذبها عن الارض بالاستقامة فيجاب ان الشمس تجذب الارض ايضاً وجاذبيتها للارض تارة اكثر من جاذبيتها للقمر وتارة اقل حسب بعد الارض او القمر عنها فالارض لكي تمنع انفلات قمرها من ربطها لا تلتزم بمقاومة جاذبية الشمس له بل انما بمقاومة زيادة تلك الجاذبية عن جاذبية الشمس لما اي فضلة جاذبية الشمس للقمر وللارض وهي اقل من جاذبية الارض للقمر



وبالحقيقة القمر سيار دائر حول الشمس تحت اضطرابات من تلقاء فعل سيار آخر هو الارض كما قد انضح من شكل ٧٦ و ٧٦ ب

(٢١٠) متى كان القمر في الاقتران كما في س (شكل ٧٥) تجذبه الارض عن الشمس فيبعد عنها حتى نصير الارض الى د وي فينتهي الى الاستقبال ثم تكون الشمس والارض على جانب واحد منه فتجذبان به الى جهة واحدة فيقترب الى الشمس حتى ينتهي الى الاقتران وفي مرور القمر على هذا الخط الموج نارة يسبق الارض في فلکها كما عند ا واخرى يتأخر عنها كما عند ي . والارض عند ا تجذب القمر الى الورا فتأخر عن الارض كما هو عند ي ثم تغلب الارض هذه الحركة الى الورا وتجذبه الى قدام حتى يسبقها وهم جراً فيكون خط القمر الموج ناتجاً عن اضطراب دورانه حول الشمس بواسطة جاذبية الارض له

ان الارض في كل دورة القمر حولها تدور حول مركز ثقل كليها ومن جراء ذلك تترابا الشمس نارة سابقة طولها الاوسط واخرى متاخرة عنه فمتى كان القمر في الاقتران او الاستقبال لا يتغير موقع الشمس بالنسبة الى الارض لانها على استقامة واحدة ومتى كان القمر في الربع الاول تنقل الارض نحو موقع القمر في الربع الرابع اي سابقة موقعها الحقيقي فتظهر الشمس سابقة موقعها الحقيقي ومتى كان القمر في الربع الرابع تنقل الارض نحو موقعه في الربع الاول فتتأخر الشمس ايضاً بالظاهر وهذا التغير في موقع الشمس سمي تناوبها الاختلافي ومن كثرة رصدها وهي على الهاجرة قد حسب لاقربير هذا التناوت  $6^{\circ}50'$  وحسبه نيوكومب الاميركاني  $6^{\circ}52'$  والمعدل  $6^{\circ}51'$  فان حسبنا معدل اختلاف الشمس الافقي  $8^{\circ}11'$  يكون مركز ثقل الارض والقمر عن مركز الارض  $\frac{701}{811}$  من نصف قطر الارض الاستوائي اي  $\frac{701}{811}$  من  $3963$  ميلاً اي نحو  $2895$  ميلاً فتكون نسبة جرم القمر الى مجتمع جرمي الارض والقمر ::  $2895 : 238818$  اي

جرم القمر : جرم الارض ::  $2895 : 238818$

::  $1 : 81^{\circ}5$

ولاجل تحويل العمل الى عبارة افرض  $\frac{1}{4}ق =$  نصف قطر الارض الاستوائي وب = بعد القمر وت = تناوت الشمس الاختلافية ح = معدل اختلاف الشمس الافقي و  $\mu =$  جرم القمر على اقتران جرم الارض واحداً ثم

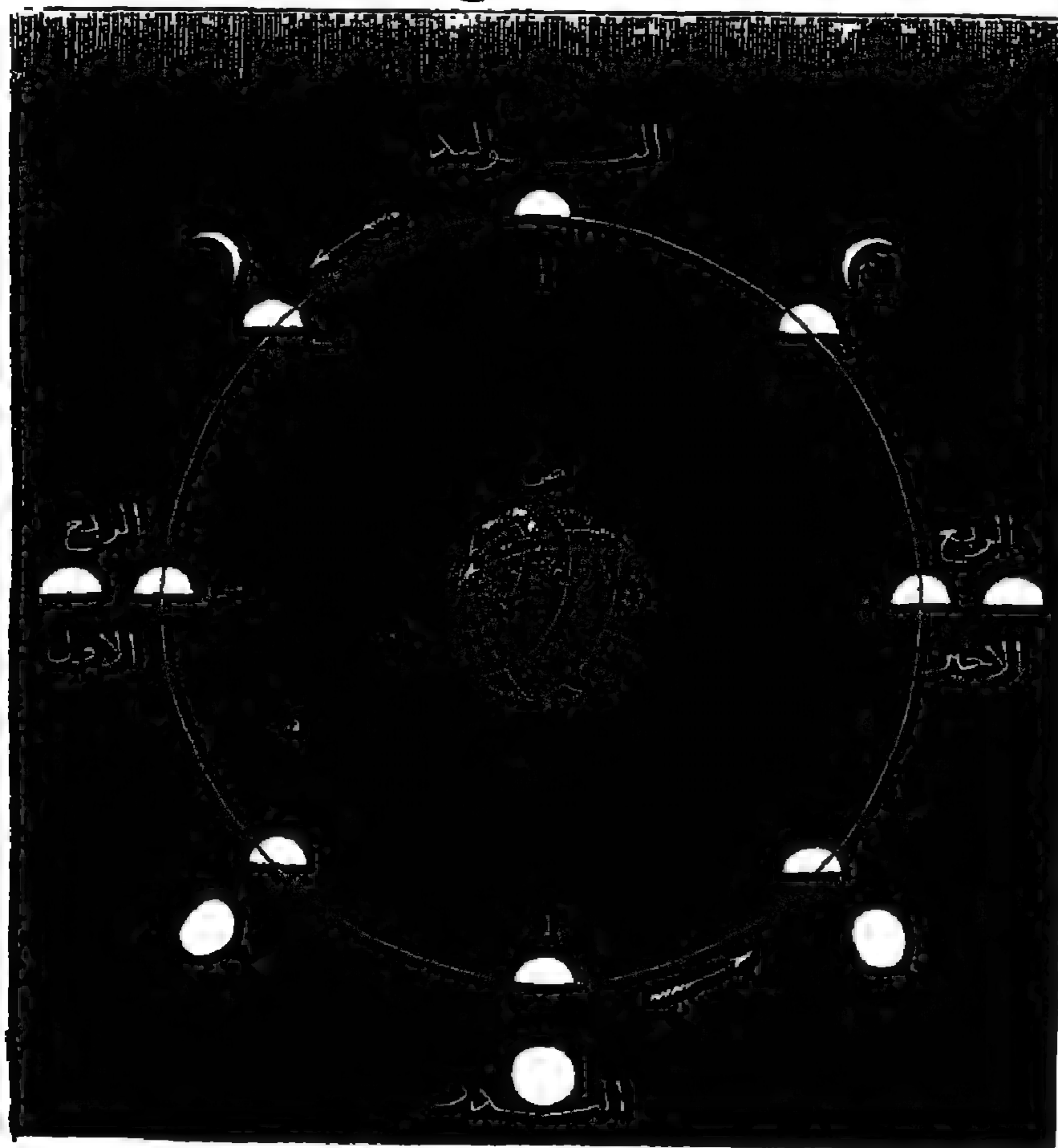
$$\frac{\mu}{1 + \mu} = \frac{ت \times \frac{1}{4}ق}{ح \times ب} \quad (٥١)$$

وعلى هذه الكيفية قد حسب بعضهم جرم القمر  $\frac{1}{81248}$  وبعضهم  $\frac{1}{81236}$  وبعضهم  $\frac{1}{81}$  فنحسب

معدّله  $\frac{1}{81240} = 0.000012328$  وقد تقدم ان جرم القمر  $\frac{1}{49836}$  (ع ١٩٧) فنسبة وزن القمر الى وزن الارض  $49836 : 81240$  فان كانت كثافة الارض واحداً يكون كثافة القمر  $\frac{49836}{81240} = 0.6134$  فان كان ثقل الارض النوعي  $5.5$  يكون ثقل القمر النوعي  $\frac{1}{2}$  كما تقدم

## أوجه القمر

(٢١١) ان بعد الشمس عن الارض  $23984$  مرة نصف قطر الارض وبعد القمر عن الارض  $5996$  مرة نصف قطر الارض فتحسب شعاع الشمس الى الارض والى القمر متوازية ومتى



شكل ١٢

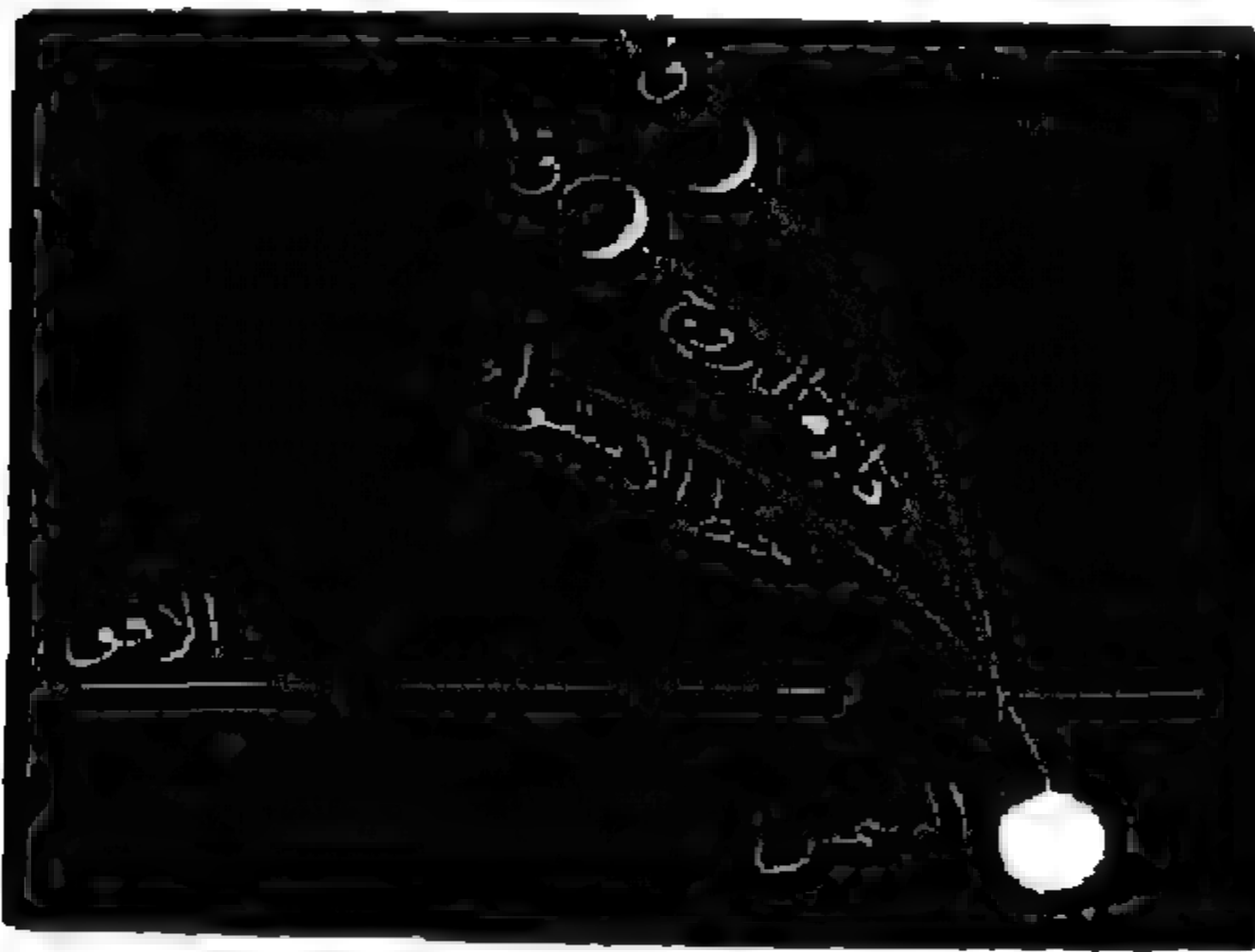
كان في الاقتران يكون وجهة المظلم نحو الارض فلا يرى وقيل حينئذ انه في المحاق ثم متى تماين قليلاً يرى هلالاً وكل يوم يزيد تباينه عن الشمس قليلاً فيكبر الجزء المنور من وجهه المنج نحو الارض الى ان يرى نصفه فيقال انه في التربيع الاول وحينئذ يكون قد دار  $90^\circ$  من دورانه اي تكون الزاوية المحاذية بين خط من مركز الارض الى مركز القمر واخر الى مركز الشمس  $90^\circ$  ثم يتقدم نصف دورانه



أي ١٨٠° من الشمس فيبان لنا كل وجهه منوراً وهو حيث في الاستقبال ثم ينقص أيضاً إلى أن يكون بينه وبين الشمس ٩٠° فيكون في التريبع الثالث وبيان نصف وجهه منوراً وهكذا إلى أن يصل إلى جهة الشمس فيكون في الاقتران ووجهه المظلم إلى جهة الأرض فيغنى عنا قليلاً أي يعود إلى المحاق

(٢١٢) يتضح ما سبق من شكل ٧٧

ليكن ض الأرض و ا ب س الخ القمر فتى كان القمر عند ا يكون في الاقتران ووجهه المنور إلى جهة الشمس ووجهه المظلم إلى نحو الأرض فلا يرى أي هو في المحاق ثم متى وصل إلى ب يرى جزء من الوجه المنور على هيئة هلال وعند وصوله إلى س يرى نصف الوجه المنور فيكون في التريبع الأول وهكذا إلى أن يصل إلى ك فيكون في الاستقبال ووجهه المنور كله إلى جهة الأرض فيرى بدرًا ثم ينقص على هذا الأسلوب حتى يصل إلى م فيكون في التريبع الرابع ثم يعود إلى الاقتران كما كان أولاً



شكل ٧٨

(٢١٢ ب) اما وضع قرني الهلال فتوقف على نسبة ميل القمر إلى ميل الشمس فالخط الموصل بين قرنيه عمودي على الدائرة العظيمة المارة بمركز الشمس ومركز القمر فعلى افتراض القمر في دائرة البروج عند ق<sup>١</sup> (شكل ٧٨) فالخط الموصل بين القرنين يحدث مع الافق زاوية اكبر واصغر حسب ميل دائرة البروج على الافق وذلك يختلف حسب عرض المكان وإن كان القمر عند ق<sup>٢</sup> كانت الدائرة العظيمة المارة بـ وبالشمس تحدث مع الافق زاوية اكبر من الاولى



شكل ٧٩

ومتى كان الهلال في القسم من فلكه الاقل ميلاً على الافق كما يحدث بقرب الأعندال الخريفي والقمر عند ق<sup>٢</sup> اوق<sup>٢</sup> (شكل ٧٩) فالخط الموصل بين القرنين يقرب إلى العمودي على الافق وهكذا يقال ايضاً في وضع قرني القمر في النصف قبل الشروق

(٢١٣) منازل القمر عند علماء الهيئة العرب ٢٨ منزلة (١) الشرطان (٢) البطين وهما في

المحل ثم (٣) الثريا (٤) الدبران وهما في الثور ثم (٥) الهنعة في رأس الجبار ثم (٦) الهنعة في رجل التوأمين و (٧) الذراع في ذراعها وهذه السبع سميت منازل الربيع ثم (٨) النثرة وهي المعلق في السرطان ثم



(١) الطرف ثم (١٠) الجبهة ثم (١١) الزبرة ويقال له الخرتان أيضاً ثم (١٢) الصرفة وهذه الأربعة في الأسد ثم (١٣) العواء ثم (١٤) السماك الأعزل وهذه السبع منازل الصيف ثم (١٥) الغر في رجل السنبلة ثم (١٦) زبانا العقرب ثم (١٧) الأكيل في رأس العقرب ثم (١٨) القلب أي قلب العقرب ثم (١٩) الشولة أي شولة العقرب ثم (٢٠) النعائم ثم (٢١) البلكة وهي رفعة من السماء لا كوكب بها بين النعائم وسعد ذابح وهذه السبعة منازل الخريف ثم (٢٢) سعد ذابح و (٢٣) سعد بلع وهما في الجدي ثم (٢٤) سعد السعود و (٢٥) سعد الأخبية ثم (٢٦) الفرغ المتقدم ثم (٢٧) الفرغ المؤخر وهذه الأربع في الدلو ثم (٢٨) بطن الحوت وهذه السبع منازل الشتاء

(٢١٤) نرى ارتفاع القمر وهو على خط نصف النهار أحياناً كثيراً وأحياناً قليلاً ولو كان على عمر واحد. فأوقاتاً يكون ارتفاع الهلال كثيراً وارتفاع البدر قليلاً وأوقاتاً بعكس ذلك وسبب ذلك يتضح إذا فرضنا دائرة البروج نفس فلك القمر فقلة ميل أحدهما على الآخر فالهلال والشمس في جهة واحدة من السماء أبداً والشمس والبدر في جهات متباعدة أبداً فمتى كان ارتفاع الشمس كثيراً أي في الصيف يكون ارتفاع الهلال كثيراً وارتفاع البدر قليلاً ومتى كان ارتفاع الشمس قليلاً أي في الشتاء يكون ارتفاع الهلال قليلاً وارتفاع البدر كثيراً ومن فوائد ذلك أنارة الجهات الشمالية بالقمر في الشتاء والشمس مخفية عنها فيعوض عنها نوعاً بالقمر الذي يعني ظاهراً من الترييع الأول إلى الثالث أما في الصيف حين تكون الشمس فوق الأفق أبداً فيظهر القمر من الترييع الثالث إلى الأول وبالعكس عند القطب الجنوبي

(٢١٥) بقرب الاعتدال الخريفي متى كان القمر بقرب الاستقبال نراه يشرق بقرب غياب الشمس عدة ليال متوالية أي بين وقت طلوعه في تلك الليالي فرق أقل مما يكون في سائر الأوقات وإيضاحاً لذلك لنفرض فلك القمر مطابق دائرة البروج كما تقدم فلو تحرك القمر على خط الاستواء لكانت كل أقسام فلكه مثل خط الاستواء تقطع الأفق على زاوية واحدة ولما كانت فلكه بمائل دائرة البروج أو يختلف عنها قليلاً وهي مائلة على خط الاستواء فاجزأوها تقطع الأفق على زوايا مختلفة كما يرى من النظر إلى الكرة ثم متى كان الاعتدال الربيعي عند الأفق شرقاً يكون بين فلك القمر والأفق أصغر الزوايا المحاذية بينهما وعند الاعتدال الخريفي الشمس في الميزان والقمر عند الاستقبال في الحمل ويشرق عند غياب الشمس وكذا في الليلة التالية ولو تقدم ١٢ في فلكه فقلته ميل فلكه على الأفق يختلف قليلاً في وقت الطلوع بين ليلة وأخرى وهكذا مدة ٧ أو ٨ أيام وهذه الروية سميت في الشمال قمر الحصاد وهو يتضح أيضاً من شكل ٨٠

ارسم دائرة الحركة اليومية ف س ف ر (شكل ٨٠) فيقتضي للقمر في الليلة التالية أن يمر





(٢١٧) لسكان القمر ان كان فيه سكان يوم واحد كل شهر قانوني اي  $\frac{1}{29}$  يوماً فيكون نهارهم ١٥ يوماً تقريباً وليلم كذلك فيحصل من ذلك تغير عظيم من شدة الحر الى شدة البرد خاصة في الاجزاء الاستوائية منه والسكان على الجانب الذي لا يتجه نحو الارض لا يرى الارض البتة وآخر على الجانب الذي نحو الارض براها تتغير من هلال الى بدر ومن بدر الى هلال كما نرى نحن القمر في مدة ١٥ يوماً فمتى كان القمر في الاقتران يرى الارض بدرًا ومتى كان في الاستقبال نصير في الحاق وبعد ذلك قليلاً براها هلالاً وترايا لة كأنها ثابتة في نقطة واحدة من السماء لان القمر يدور على محوره في نفس مدة دورانه حول الارض فان غيب وتشرق بل تبقى ظاهرة في مكان واحد مدة الليل القمري كله

(٢١٨) ان سطح القمر سطح غير مستوي فيه سهول واسعة وجبال شامخة كما يتضح من النظر اليه بنظارة بين الملال والبدر او بعد فبرى الخط الفاصل بين الجزء المنور والجزء المظلم غير مستقيم بسبب مروره على مرتفعات ومنخفضات وفي القسم المظلم نقط منورة في رؤوس جبال يقع عليها نور الشمس قبل وقوعه على الاقسام السفلى (انظر الصورة الثالثة والرابعة)

ان كثيرين من علماء الهيئة من عصر جليليو فنازلاً لرصدوا سطح القمر بواسطة نظارات مختلفة القوة ورسما صورة ما شاهدوه على قرطاس منهم هيبليوس . اشهر خارطة القمر سنة ١٦٤٧ والآب رمشيولي من بولونيا طبع خارطة القمر سنة ١٦٥١ وهي دون خارطة هيبليوس ونحو سنة ١٦٧٨ طبع دومنيكوس كاسيني خارطة القمر قطرها ١٢ قدماً فرانسوا وباً غيراته عين فيها اقساماً قليلة العدد بالنسبة الى قطرها . ثم صنع طوييا ما بر خارطة للقمر جيدة جداً وجدت بين تركته وطبع ١٧٧٥ اي ١٣ سنة بعد وفاته وبقيت تلك الخارطة وحدها للاعتقاد عليها في تخطيط القمر حتى شرع يير وميدلر بعمل خارطتها سنة ١٨٣٠ واشهرها مع كتابها في القمر سنة ١٨٣٧ وعينا فيه ٩١٩ محلاً وعلو ١٠٩٥ جبلاً والخارطة في هذا الكتاب مختصة عن خارطتها (انظر صورة ٣) والعلامة شمدت مدبر مرصد اثينا قد صنع خارطات لبعض اقسام القمر على قطرها اقدام فرانسوا وباً بناء ان يجمعها خارطة واحدة عند تمامها والدكتور ديريير من نيويورك اخذ فوتوكراف القمر سنة ١٨٤٠ وبين ١٨٥٠ و١٨٥٧ تصور القمر بالفوتوكرافيا عدة مرات عن يد البادري سكي في رومبة وارنولد في فرنسا ودلاريو وهنس وغيرها في انكلترا وافضل فوتوكرافات القمر هي شغل المعلم روفرورد من نيويورك من ١٨٦٥ فصاعداً

عند النظر الى القمر بنظارة ترى ستة اشياء يحق لها الاعتبار (١) السهول الزرق المسماة سابقاً ابجاراً (٢) سلاسل جبال وتلول وشعَب (٣) كووس جبال براكين منطقة (٤) الوديان (٥) الشقوق



## أو الفِزَر (٦) الرحلات

(١) السهول الزرق المسماة سابقاً بجوراً لزعمهم انهم مجتمعات مياه ومع ان هذا الزعم قد بطل لم تنزل هذه التسمية وهي مزرققة اللون مرتفعة عن استواء سطح القمر مثل الصحاري والمفازات على سطح الارض وفي الغالب تحيطها جبال عالية وهذه اسماؤها بالاشارات الدالة عليها في الخارطة

|                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| A . بحر الانواء | M . الخليج الاوسط    |
| B . " همبولت    | N . خليج الحر        |
| C . " الزمهرير  | O . بحر الغيوث       |
| D . بحيرة الموت | P . خليج قوس قزح     |
| E . " النوم     | Q . اوقيانوس العواصف |
| F . اجرة النوم  | R . خليج الندي       |
| G . بحر الهدو   | S . بحر الغيوم       |
| H . " الرهو     | T . الرطوبات         |
| I . اجرة النجوم | V . " الرحيق         |
| K . " الثمانية  | X . " الخصب          |
| L . بحر الانجزة | Z . " الجنوب         |

(٢) سلاسل جبال وهضاب . هي مختلفة الشكل منها طويلة ممتدة الى طول عظيم ومنها مغلطة ينقطعها وديان وشعَب ومنها هضاب متجمعة وفي بعض الاحال جبال منفردة طالعة من السهول وكل جبال القمر او على جانب واحد مما هي على الآخر مثل سلاسل الجبال على الارض وذلك دليل على انها قد ارتفعت عن استواء بقوة داخلية ناهضة الصفائح وتقلص القشرة المبردة عند جمودها

(٣) كووس البراكين . هي كثيرة جداً اكثر جبال القمر من هذا النوع وهي اما مرتفعة عن استواء سطح القمر واما منخفضة تحت استواء سطحه وفي وسط بعض الكووس تلول مخروطية الشكل مثل هيئة البراكين الارضية غير ان الكووس اكبر جداً من كووس البراكين الارضية وبعضها مثل سهول تحيطها جبال شامخة على شكل حلقة تُرى رؤوسها المنورة في القسم المظلم وكثيراً ما تشاهد الحلقة منورة بكاملها ووسطها ظلام حالك ونارة تُرى في ذلك الظلام الاوسط نقطة صغيرة نيرة هي راس المخروط المشار اليه صاعد من اسفل الكاس بصية نور الشمس وتلك الجبال يُرى ظلها ممتداً عنها نحو القسم المظلم والظل اطول او اقصر بالنسبة الى علو الجبل وارتفاع الشمس فوق افقها كما نرى على الارض والهيئة المحاذية تدل على انها تكونت من هيجان براكين وسكونها مراراً عديدة على

التعاقب مع انه الآن لا اشارة الى بركان هاتج في القمر

(٤) الاودية هي مثل الاودية الارضية منها كبيرة طويلة ومنها صغيرة قصيرة واقعة بين

الجبال والشواخ

(٥) اما الشقوق او الفزرق قد شوهد أكثر من ٥٠٠ منها وهي تقطع السهول والجبال وبعضها

يخفي على جانب سلسلة ثم يظهر على الجانب الآخر كأنه مرتحتها على شكل دهليز ونسبها بعضهم الى

نقص القشرة الحامية السطحية عندما بردت

(٦) اما الزحلات فهي مثل شقوق مسدودة كأنه انشق سهل او جبل في وسطه وهبط قسم

بدون ان يبعد عن شقيقه فتكونت غيب وشواخ كما يرى في الجبال الارضية وما يحق له الاعتبار

الخطوط البيض التي ترى في البدر خارجة مثل شعاع من عدة مراكز مثل الجبل المستقيم فيجربا

وكوبريكيوس وكيلروفر على سهول وجبال ووديان وشقوق على حذو سوى وقد علوا عنها باراء

كثيرة والاقرب انها شقوق في القشرة امتلأت مادة مصهورة من اسفل ثم بردت

بما ان النظارة الفلكية تغلب المراتب فخرطة القمر مصورة منقبة عن هيئة الخارطات الارضية

اي ثمالها اسفلها وجنوبها اعلاها ويمينا شرقها ويسارها غربها فانقسمت الى اربعة ارباع (١) ربع

الشمال الغربي بين الغرب والشمال اي بين يسار الخارطة واسفلها (٢) ربع الشمال الشرقي بين اسفل

الخارطة ويمينا (٣) ربع الجنوب الشرقي اي بين اعلى الخارطة ويمينا و(٤) ربع الجنوب الغربي بين

اعلى الخارطة ويسارها ولندكر هنا اشهر المواضع المعينة على الخارطة على ترتيب هذه الارباع والاعداد

في المتن توافق الاعداد على الخارطة

### الربع الاول الشمال الغربي

بحر الانواء A هو اول البقع الزرق التي تشرق عليها الشمس بعد الاقتران برّيه جيئاً خمسة

ايام بعد التوليد او ٢٢ ايام بعد البدر عندما يمر به الحد بين القسم المنور والقسم المظلم فتري ظلم

بعض جباله على جانب الشمال الشرقي علو بعضها نحو ١٧٠٠٠ قدم وهذه البقعة طولها شرقاً وغرباً

٢٤٥ ميلاً ومن الشمال الى الجنوب نحو ٢٨٠ ميلاً . سطحها منخفض تحت مساواة سطح بحر الخصب

وبحر الهدو وفي السهل عدة براكين صفار اكبرها (٤) بيكارد . والى الشمال من هذا السهل

(١٢) كليوميدس سهل محاط بجبال قطره ٧٨ ميلاً

(٢٢) غوص سهل محاط بجبال طولة ١١٠ اميال في وسطه جبل عالي

(٢٧) اندميون سهل محاط بجبال قطره ٧٨ ميلاً وعلو بعض الجبال المحيطة به ١٥٠٠٠

قدم . برّيه جيئاً ٢ ايام و٧ ساعات بعد الاقتران او يومين و٩ ساعات بعد الاستقبال



(٢٨) اطلس عرضة ٥٥ ميلاً علو بعض رؤوسه ١١٠٠٠ قدم  
 (٢٩) هر كولس او هر قلس عرضة ٤٦ ميلاً هذا الزوج يرى خمسة اوسنة ايام بعد الاقتران  
 او ١٢ ايام بعد الاستقبال  
 بحر هبولدت (B) مساحة نحو نصف مساحة بحر الانواء وعلو بعض الرؤوس على محيطه  
 ١٦٠٠٠ قدم

(٥١) جبل طوروس سلسلة عالية فيها  
 (٥٢) ريو مركاتس بركان عرضة ٢٦ ميلاً وعمقه ١١٦٠٠ قدم  
 (٥٤) بوسيدونيوس سهل محاط بجبال عرضة ٦٢ ميلاً  
 (٥٨) جبل ارجيوس سلسلة قصيرة لما ظل مخروطي عند الشروق لاسيما عند شامق في  
 وجهه الشمالي الشرقي. يرى ٤ ايام ٢١ ساعة بعد الاقتران  
 (٥٩) مكروبيوس عرضة ٥٢ ميلاً منخفض نحو ١٢٠٠٠ قدم  
 (٦٠) بروكلوس ذو حلقة انور نقط القمر الا (١٤٨) تنفرع منه خطوط لامعة رؤيتها عسرة  
 (٦١) افليبيوس حلقة قطرها ٢٢ ميلاً فيها هضاب كثيرة  
 (٧٠) منيلاوس كاس عمقه ٦٦٠٠ قدم حلقة نيرة جداً في البدر  
 (٧٤) لني اولناوس كاس صغير عميق يقتضي رصد لزعم البعض انهم شاهدوا فيه دلائل  
 تغير من وقت الى وقت

(٧٥) جبل قاف سلسلة ذات رؤوس علو بعضها ١٨٠٠٠ او ١٩٠٠٠ قدم ظلوها حسنة  
 المنظر وكثوس في مجاورتها نادرة

(٧٧) اقدوكسوس و (٧٨) ارستطاليس زوج حسن لا يران في البدر  
 (٨٠) جبال الباس سلسلة طويلة علو بعض رؤوسها ١٤٠٠٠ قدم يخترقها واد مخروطي الشكل  
 طوله ٨٢ ميلاً عرضة بين ٢ ١/٢ و ٥ ١/٤ اميال علو جوانبه ١١٠٠٠ قدم وبقرب هذا الوادي مساحة  
 كثيرة الهضاب والتلال عد منها يبروميدلر ما بين ٧٠٠ و ٨٠٠

(٨٢) ارستلس كاس عرضة ٢٤ ميلاً وعمقه ١١٠٠٠ قدم في وسطه جبل

(٨٤) افتوليكس مثل (٨٢) او اصغر منه قليلاً

(٨٥) جبال اينين سلسلة طولها نحو ٤٦ ميلاً جانبها الجنوبي الغربي يرتفع تدريجاً وجانبها  
 الشمالي الشرقي يهبط بغتة فبري ظلاً طوله ٨٢ ميلاً وعلو رؤوسها (٩٠)

(٩٠) هوجنس ارتفاعه ١٩٠٠٠ قدم وفيه عدة رؤوس منها (٨٧) هادلي ارتفاعه



١٥٠٠٠ قدم و (٨٩) برادي ١٣٠٠٠ قدم و (٩٢) ولف ١١٠٠٠ قدم برى نحو الربع الاول  
(٩٣) هيجينوس فيو شق غميق سى شق هيجينوس واقع في بحر الابخرة (L) طوله نحو ١٠٦  
اميال . حكي بعضهم باختلاف الوان في ذلك القسم من وقت الى وقت والى غرب شق ارباد يوس  
طوله نحو ١٧٥ ميلاً

- (٩٥) منلبوس كاس قطر ٢٥ ميلاً عمقه ٧٧٠٠ حلقته ذات رؤوس كثيرة نيرة  
(٩٦) يوليوس قبصر (٩٨) بسكوفتش عبقان مظلمان  
(٩٩) دبونيسيوس (١٠١) سيلبر شلاغ حلقتان نيرتان  
(١٠٤) رينيكوس كاس غير منتظم واقع على خط القمر الاستوائي تماماً وهو على الطرف  
الجنوبي الغربي من الخليج الاوسط (M) فقد تكون الشمس والقمر في سمت الراس له

### الربع الثاني ربع الشمال الشرقي

- (١٠٦) شريوتر كاس حلقته غير تامة وهو في قسم سهولة نيرة واودية مزرقة  
(١١٠) ارانوسنس عرضة ٢٧ ميلاً  
(١١١) ستاد يوس عرضة ٤٢ ميلاً تصل بينها سلسلة ارتفاعها ٤٥٠٠ قدم  
(١١٢) كوبرنيكوس كاس من اكبر كؤوس القمر عرضة ٥٦ ميلاً في وسطه جبل علوه  
٢٤٠٠ قدم وعلى حلقته رؤوس علو بعضها ١٢٥٠٠ قدم وبين (١١٠) و (١١٢) ٦١ كاساً صغيراً  
واضحة وبعضهم قد عد فيو ٢٠٠ كاس . ينبغي ان يفتش عليها والشمس مشرقة على الجانب الشرقي  
من (١١٢)

- (١١٧) طوبيا ماير كاس عمقه ٩٧٠٠ قدم  
(١١٨) ملينجوس نير في البدر  
(١٢٠) ارخميدس سهل محاط بجبال قطر ٦٠ ميلاً ارضه منخفضة ٦٥٠ قدماً  
(١٢٢) افلاطون سهل ازرق محاط بجبال عرضة نحو ٦٠ ميلاً على الجانب الشمالي من  
بحر الفيوث (O) حكي بعضهم بتغير لون ارضه من وقت الى وقت  
خليج فوس قزح P هو نصف دائرة سهل محاط برؤوس شائعة مادة الى السهل بينها نحو  
١٤٠ ميلاً ومن اعلى رؤوسه

- (١٢٩) شارب ارتفاعه ١٥٠٠٠ قدم  
(١٤٤) كبلر قطر نحو ٢٢ ميلاً منخفض نحو ١٠٠٠٠ قدم تنفرع منه خطوط مثل

كوبرنيكوس

- (١٤٨) ارسترخوس انوركوس القمر قطر حلقته ٢٨ ميلاً وارتفاعه على الجانب الغربي ٧٥٠٠ قدم . جهة الشرق يبعد الى ان يصير بقعة موصلة بينه وبين
- (١٤٩) هيرودونوس كاس اصغر واوعر منه
- (٤٩٠) ٤٥ ميلاً الى غربي شمال الغرب عن هيرودونوس عدة جبال صغار بصيها النور نحو ٢ ايام بعد الربع الاول فتبشر بقرب النور الى الجبلين المذكورين فسميت جبال البشارة
- (١٥٤) هيثيلوس سهل محاط بجبال قطر نحو ٧٠ ميلاً
- (١٦٨) انكساغوروس عرضة ٢١ ميلاً وهو مركز خطوط
- (١٧٦) فيشاغوروس سهل عميق منخفض على جانب الجنوب الشرقي منه نحو ١٧٠٠٠ قدم

### الربع الثالث ربع الجنوب الشرقي

- (١٨٠) نيجوراهي اوضح كوس القمر يرى في البدر بالنظر المجرد قطر ٥٤ ميلاً وعمقه نحو ١٦٦٠٠ قدم والمخروط في وسطه ارتفاعه ٥٠٠٠ قدم يرى بقرب الحد يوماً او يومين بعد الربع الاول وفي جواره كوس ومضاب كثيرة صغار وهو مركز خطوط كثيرة تنفر عنه مثل شعاع
- (١٨٧) مسبودوس في شرقه شق في بحر الغيوم (S)
- (١٨٩) شينوس كاس في سهل مرتفع منخفض ٤٠٠٠ قدم عما حوله . يظن انه قد تغير بفعل بركاني منذ سنة ١٧٩٢
- (١٩٢) لونجومستانوس حلقة قطرها ٢٠ ميلاً وعمقه وعلى حائطه الغربي راس ارتفاعه ١٥٠٠٠ قدم تقريباً
- (١٩٣) كلاقيوس من اكبر كوس القمر عرضة ١٤٢ ميلاً بحيطه رؤوس يبلغ علو بعضها ١٧٠٠٠ قدم وعلى هذه الحلقة نحو ٩٠ كاساً واسفلته منخفض ٢٢٠٠٠ قدم اذا قيس من الراس المذكور

- (١٩٥) ماجينوس منخفض ٤٠٠٠ قدم يرى بعد الربع الاول قليلاً ولا يرى في البدر مطلقاً
- (١٩٨) نصيرالد بن يرى بقرب الربع الاول ومنه الى الشمال سلسلة كوس هاجرة القمر الاولى وهي

- (٢٠٠) ولبيوس ذوروس عالية على محيطه
- (٢٠٢) پورباخ عمقه نحو ٧٥٠٠ قدم
- (٢٠٤) ثابت عرضة ٢٢ ميلاً الى الشرق منه ما يشبه حائط مبني في الحائط الجالس

على طرفه الشمالي كاس صغير وطرفه الجنوبي فروع مثل قرني غزال . يرى يوماً أو يومين بعد  
الربع الأول

(٢٠٤) ارزاخ عرضة ٦٥ ميلاً وعلو رأس منه ١٢٦٠٠ قدم  
(٢٠٥) اليتراجيوس عمدة على الجانب الغربي ١٢٠٠٠ قدم فلا يخلو من ظل غير خمسة  
اوسنة ايام كل شهر

(٢٠٧) الفنسوس عرضة ٨٢ ميلاً وفي وسطه رأس ارتفاعه ٢٩٠٠ قدم  
(٢٠٨) بطلميوس عرضة ١١٥ ميلاً ارتفاع بعض محيطه ١٢٨٠٠ قدم وفي وسطه نحو  
٤٦ كاساً

(٢١٢) بليالديس عرضة ٢٨ ميلاً عمدة ٩٠٠ قدم وهو في وسط عدة كؤوس اصغر منه  
(٢٢١) اقليدس واحد من الكؤوس التسعة المحاطة بمادة منورة اربعة منها بقرب  
(٢٢٢) لاندسبرج فطر حلقته ٢٨ ميلاً وارتفاع بعض رؤوسه ٩٧٠٠ قدم  
(٢٢٣) كاسندي سهل محاط بجبال عرضة ٥٥ ميلاً وبعض رؤوسه مرتفع ٩٦٠٠ قدم  
فوق استواء بحر الرطوبات T

(٢٢٩) شكارديس كبير محيطه نحو ٤٦٠ ميلاً يرى ٥ ايام بعد الربع الأول  
(٢٤٦) جبال دورفل ترى بقرب حافة القمر ارتفاعها بين ٢٥٠٠٠ و ٢٦٠٠٠ قدم  
(٢٥٦) نيوتون كاس غير منتظم طوله نحو ١٤٢ ميلاً وعرضه ٧٠ ميلاً وهو اعنى الكؤوس  
وارتفاع اعلى رؤوسه فوق اسفل الكاس ٢٢٩٠٠ قدم  
(٢٥٩) جبال ليبنتز على حافة القمر الجنوبي  
(٢٧٣) كرمالدي الجنوبي من سلسلة كؤوس بقرب الهاجن الاولى طوله ١٤٧ ميلاً وعرضه  
١٢٩ ميلاً اظلم كؤوس القمر من داخل  
(٢٧٤) جبال كودلرس  
(٢٧٥) جبال دي لامبرت سلسلة من معدل ارتفاعها ٢٠٠٠٠ قدم

### الربع الرابع ربع الجنوب الغربي

(٢٨٨) هبارخوس عرضة ٩٢ ميلاً  
(٢٨٩) البتاني سهل محاط بجبال عرضة ٦٤ ميلاً والجبال المحيطة عرضها بين ١٤ و ١٨  
ميلاً هيئتها كأنها قد تمحطت بفرقات بركانية وفي الشمال الشرقي منه رأس ارتفاعه ١٥٠٠٠ قدم



يرى نحو ١٠ ساعات قبل الربع الأول

- (٢٩٥) ورنر ارتفاع حلقته ١٣٠٠٠ قدم وفي شرفه رأس ارتفاعه ١٦٥٠٠ قدم  
 (٣٠٥) ابو الفداء نسبة الى ابي الفداء الحجوي  
 (٣٠٦) والمانون متصلان بسلسلة كوئوس صغار  
 (٣١٠) ابن عزرا منخفض ١٤٥٠٠ قدم  
 (٣١٥) جبال التاي سلسلة طويلة ارتفاعها نحو ١٣٠٠٠ قدم  
 (٣١٩) ثاوفيلس قطر ٦٤ ميلاً وهو اعظم الكوئوس بين اعلى حلقته واستواء ارضه ما بين  
 ١٤٠٠٠ و ١٨٠٠٠ قدم وارتفاع المخروط في وسطه ٥٢٠٠ قدم  
 (٣٢٠) كبرلس يشبه ثاوفيلس  
 (٣٢١) كاتربنا اكبر الثلاثة عمقه ١٦٠٠٠ قدم ترى هذه السلسلة نحو ايام بعد الاقتران  
 (٣٢٧) مسيهر كاسان صغيران يمتد منها شرقاً خطان غريباً الهيئة مثل ذنب نجم  
 ذي ذنب

- (٣٢١) جبال برنات ارتفاعها ١٣٠٠٠ قدم  
 (٣٢٧) بورداراس من رؤوس يرتفع دفعة واحدة ١١٠٠٠ قدم  
 (٣٢٨) لانكرينوس ارتفاع حلقته ١٦٠٠ قدم والجنوب الشرقي يبلغ ١٥٠٠٠ قدم وارتفاع  
 جباله الاوسط ٥٨٠٠ قدم  
 (٣٣٩) قندلينوس اصغر من (٣٢٨) قليلاً  
 (٣٤٠) بتافوس ارتفاع محيطه على الجانب الشرقي ١١٠٠٠ قدم  
 (٣٤٥) فورنيرنوس الى الجنوب من (٣٤٠)  
 (٣٤٧) كاستر. الى الشمال الغربي منه اذا وافق التابل يرى سهل واسع بقرب حافة  
 القمر وهو

- (٤٢٤) بحر سميت نسبة الى الاميرال سميت واحد من فحول علماء الهيئة  
 (٣٥٢) جبال وللم هبولدت على حافة القمر ارتفاعها ١٦٠٠٠ قدم  
 (٣٥٨) ماوروليكوس سهل محاط بجبال ارتفاع بعضها ١٨٠٠٠ قدم يرى بقرب الربع

الأول

- (٣٧١) بيكولوميني قطر حلقته ٥٧ ميلاً  
 (٣٧٥) ريخباغ الى الشرق منه (٣٧٣) نياندر

(٢٧٦) رَمَيْتَا بَيْنَهَا وَاِدِ عَظِيمٍ

(٢٧٧) فَرَاوْنُهُو فَرَى عَلَى جَانِبِ الْفَرَى وَاِدِ عَرْضُهُ ٧ اَمْيَالٍ وَطُولُهُ نَحْوَ ٢١٢ مِيلاً

(٢٨٥) سَتِينْهَيْلٍ مِنْ اَعْمَقِ الْحُلُقَاتِ الْمَزْدُوجَةِ عَمَقَةُ ١٢٠٠٠ قَدَمٍ

وَلَا يَسْعُنَا الْمَقَامُ ذَكَرَ كُلِّ مَا قَدْ تَعَيَّنَ مِنْ جِبَالٍ وَكُوُوسٍ وَسُلَاسِلٍ وَوُدْيَانٍ فِي قَمَرِنَا

(٢٢٠) حَرَارَةُ الْقَمَرِ. الْقَمَرُ يَرْسِلُ مِنْ حَرَارَتِهِ نَحْوَ الْأَرْضِ عَلَى طَرِيقَتَيْنِ (١) بِالْاِنْعِكَاسِ اَيِ

تَنْعَكُسُ عَنْهُ شُعَاعُ الشَّمْسِ (٢) بِالْاَشْعَاعِ اَيِ يَجْعِي الْقَمَرَ تَحْتَ حَرَارَةِ الشَّمْسِ ثُمَّ تُشْعِ مِنْهُ حَرَارَةٌ كَمَا مِنْ

جَرَمٍ آخَرٍ وَالتَّمْيِيزُ بَيْنَ هَذَيْنِ النَّوْعَيْنِ سَهْلٌ لِأَنَّ الْحَرَارَةَ الْمُنْعَكِسَةَ كَيْفِيَّتُهَا كَيْفِيَّةُ الْحَرَارَةِ الشَّمْسِيَّةِ فَتَنْفُذُ

فِي نَفْسِ الْمَوَادِّ الَّتِي تَنْفُذُ فِيهَا حَرَارَةُ الشَّمْسِ اَيِ الزَّجَاجِ وَالْهَوَاءِ الرُّطْبِ اِلَى الْمَانِعَةِ تَنْفُذُ حَرَارَةٌ دُونَ

حَرَارَةِ الشَّمْسِ دَرَجَةً وَبَعْدَ امْتِحَانَاتٍ شَتَّى بِوَسْطَةِ ثَرْمُوبِيلٍ مَلُونِي تَحْقُقُ أَنَّ الْحَرَارَةَ الْوَاصِلَةَ إِلَى

الْأَرْضِ مِنَ الْقَمَرِ شَيْءٌ لَا زَهْدٌ جَدًّا لَا يَسْتَحَقُّ الذِّكْرَ وَقَدْ حَسِبَهَا بَعْضُهُمْ تَعْدِلُ حَرَارَةَ شَمْعَةٍ عَلَى بَعْدِ

$\frac{1}{4}$  أَقْدَامٍ وَهِيَ حَرَارَةٌ مُنْعَكِسَةٌ

أَمَّا الْحَرَارَةُ الَّتِي تَنَالُهَا الْقَمَرُ مِنَ الشَّمْسِ فِي مَدَّةِ ١٥ يَوْمًا فَتَبْلُغُ نَحْوَ ٥٠٠° فَارْتَهَبْتُ وَمَا لَا يَصْبُحُهَا

الْقَمَرُ بَلْ يَعْكُسُهَا نَحْوَ الْأَرْضِ نِصْفُ الْكَرَةِ الْهَوَائِيَّةِ حَتَّى لَا يَنْتَهِي مِنْهَا إِلَى الْأَرْضِ إِلَّا مَا تَقْدُمُ ذِكْرُهُ

خَطُّ الْقَمَرِ الْاِسْتَوَائِيُّ مَائِلٌ عَلَى دَائِرَةِ الْبُرُوجِ  $\frac{1}{4}$ ° كَمَا تَقْدُمُ فَلَا يَكُونُ فِي الْقَمَرِ فُصُولٌ وَمِنْ

بَطْوَةِ حَرَكَتِهِ عَلَى مَحْوَرِهِ يَطُولُ النَّهَارُ وَاللَّيْلُ فَيَشْتَدُّ الْحَرُّ وَالْبَرْدُ جَدًّا

(٢٢١) رُؤْيَةُ الْأَرْضِ مِنَ الْقَمَرِ. رُؤْيَةُ جَرَمٍ هِيَ بِالنِّسْبَةِ إِلَى قَطْرِهِ فَرُؤْيَةُ الْأَرْضِ مِنَ الْقَمَرِ

$2\frac{1}{2}$  مَرَّاتٍ رُؤْيَةُ الْقَمَرِ مِنَ الْأَرْضِ وَالْمَسَاحَةُ ١٢ مَرَّةً مَسَاحَةُ الْقَمَرِ مَنْظُورًا إِلَيْهِ مِنَ الْأَرْضِ وَمِنْ

شَكْلِ ٧٧ يَتَضَعُ أَيْضًا أَنَّ الْأَرْضَ عِنْدَ الْقَمَرِ يَنْتَقِلُ مِنْ هَلَالٍ إِلَى بَدْرٍ وَمِنْ بَدْرٍ إِلَى هَلَالٍ فَتَمُتَّى كَانَ

الْقَمَرُ فِي الْاِقْتِرَانِ يَكُونُ نِصْفُ الْأَرْضِ الْمُنُورِ بِالشَّمْسِ مُتَجَهًّا نَحْوَ الْقَمَرِ فَيَرَى بَدْرًا وَمَتَّى كَانَ الْقَمَرُ فِي

الْاِسْتِقْبَالِ تَكُونُ الْأَرْضُ فِي الْهَاقِ

أَحْيَانًا يَرَى الْقِسْمَ الْمَظْلَمَ مِنَ الْقَمَرِ وَهُوَ هَلَالٌ رُؤْيَةُ غَيْرِ وَاضِحَةٍ وَذَلِكَ مِنْ اِنْعِكَاسِ النُّورِ عَنْ

الْأَرْضِ إِلَيْهِ وَهَذَا أَيْضًا مَعَ الْاِنْكَسَارِ سَبَبُ رُؤْيَةِ الْقَمَرِ فِي الْخُسُوفِ رُؤْيَةُ غَيْرِ وَاضِحَةٍ

الْأَرْضُ مَنْظُورًا إِلَيْهَا مِنَ الْقَمَرِ لَيْسَتْ لَهَا حَرَكَةٌ يَوْمِيَّةٌ مِنْ طُلُوعٍ وَغِيَابٍ مِثْلَ سَائِرِ الْأَجْرَامِ

السَّمَاوِيَّةِ بَلْ تَبْقَى فِي مَحَلٍّ وَاحِدٍ مِنَ السَّمَاءِ وَذَلِكَ لِأَنَّ حَرَكَةَ الْقَمَرِ حَوْلَ الْأَرْضِ وَدَوْرَانَهُ عَلَى مَحْوَرِهِ

لَهَا مَدَّةٌ وَاحِدَةٌ فَالْناظِرُ مِنْ وَسْطِ قُرْصِ الْقَمَرِ يَرَى الْأَرْضَ فِي سَمْتِ الرَّاسِ أَبَدًا وَالْناظِرُ عَلَى حَافَةِ

قُرْصِ الْقَمَرِ يَرَى الْأَرْضَ فِي اِفْتِئَاءٍ أَبَدًا غَيْرَ أَنَّ التَّحَايِلَ بِغَيْرِ وَضْعِهَا قَلِيلًا

يَرَى كُلُّ سَطْحٍ مِنَ الْأَرْضِ مِنَ الْقَمَرِ مِنْ كُلِّ ٢٥ سَاعَةٍ فِي النِّصْفِ الْمَتَجِّهِ نَحْوَ الْأَرْضِ أَمَّا النِّصْفُ







مثال ذلك. لاجل قياس ل ر (شكل ٨٤) اجعل شعرة المكرومتر غير المتحركة توازي  
 اب وحرك الشعرة الاخرى من ل الى ر فيقياس بذلك رل اوارصد موضعاً يقرب ل على  
 استقامة الخط ل ر وباضبط شعرة المكرومتر المتحركة او اجعل شعرة المكرومتر الاقفية على ل ر  
 فلك وضع المكرومتر لنفس ي ل ر كالعادة



شكل ٨٤

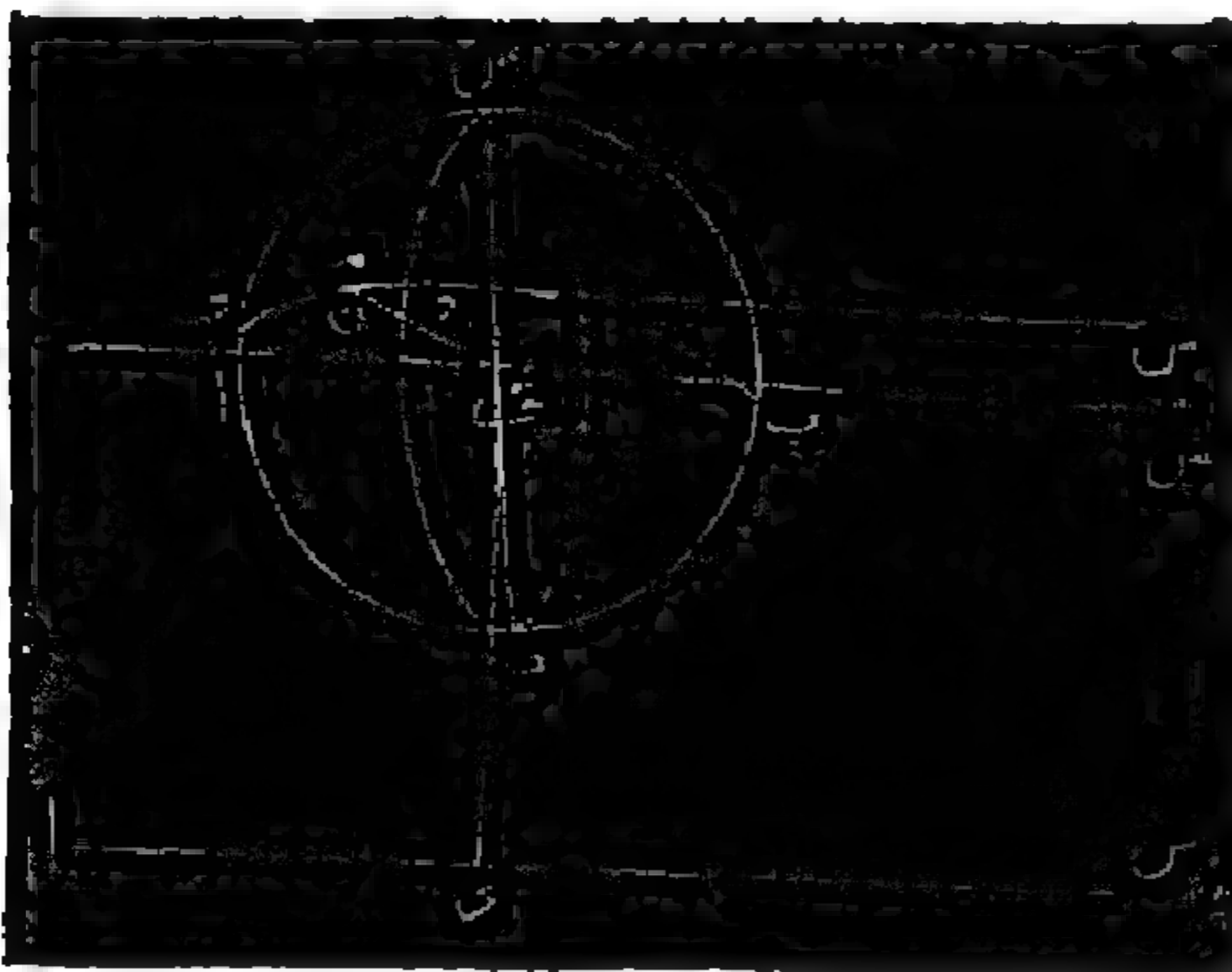
بالرصد وجد ل م او ل ر ٦٢٥' ٤٠" لجبل في ربع الجنوب  
 الشرقي والتباين ٨' ١٢٥" و في القمر ٦' ١٦" مطلوب علو الجبل  
 جيب ٨' ١٢٥" = ٨١٧٨١٥١ فاقسم ٦٢٥' ٤٠" على ٨١٧٨١٥١  
 = ٤٨' ٤٥" الزاوية التي تقابلها ل م لو نظرنا اليه عمودياً فلنا في  
 القمر ٦' ١٦" : ٤٨' ٤٥" :: ١٠٨٠' ٥٠" ميلاً (اي اميال في ل ر  
 القمر) : ل م = ٢٨' ٥٤" ميلاً

$$\text{ثم } ١٠٨٠' ٥٠" + ٢٨' ٥٤" = \text{س م} = ١٠٨١' ٨٦"$$

$$\text{اطرح } ١٠٨٠' ٥٠"$$

$$\text{ف م} = \frac{١٢٦'}{١٠٨٠' ٥٠"} \text{ ميل}$$

طريقة اخرى. ليكن (شكل ٨٥) ق مركز القمر ي مركز الارض ش مركز الشمس واس ب د



شكل ٨٥

قطع القمر قطعاً عمودياً على ي ق وليكن  
 د وس قطعاً آخر عمودياً على ق ش فيكون  
 القسم من القمر المور المنظر من الارض القسم  
 الواقع بين س ب د و ملقى د وس على  
 القطع اس ب د. وليكن م راس جبل اصابت  
 شعاع الشمس الماسة السطح عند و وب و ف  
 قوس دائرة عظيمة على السطح سطحها مار براس

الجبل ومركز القمر ومركز الشمس ون نقطة تقاطع هذه القوس والخط ق م من راس الجبل الى مركز  
 القمر ثم لنفرض

$$\frac{١}{٢} ق = ق ن = \text{نصف قطر القمر}$$

$$ب = ف س و = ي ق ا = \text{زاوية التباين الخارجية}$$

$$ي = و م = \text{بعد مر عن و}$$

$$ك = ن م = \text{ارتفاع الجبل}$$

ل = مائتي على سطح اس ب د  
الشعة ش و م عمودية على النقط د وس فهي مائلة على القطع اس ب د وميلها = متم  
فس و = ٩٠ - ب

$$ل = ي \times ن ج (٩٠ - ب) = ي \times ج ب$$

$$\frac{ل}{ج ب} = ي$$

$$\text{وايضاً ي} = \frac{ك (٢ \frac{١}{٢} ق + ك)}{ج ب}$$

$$\text{بالمساواة} \frac{ك (٢ \frac{١}{٢} ق + ك)}{ج ب} = \frac{ل}{ج ب}$$

وبترك ك لصغره بالنسبة الى ٢ ١ ق

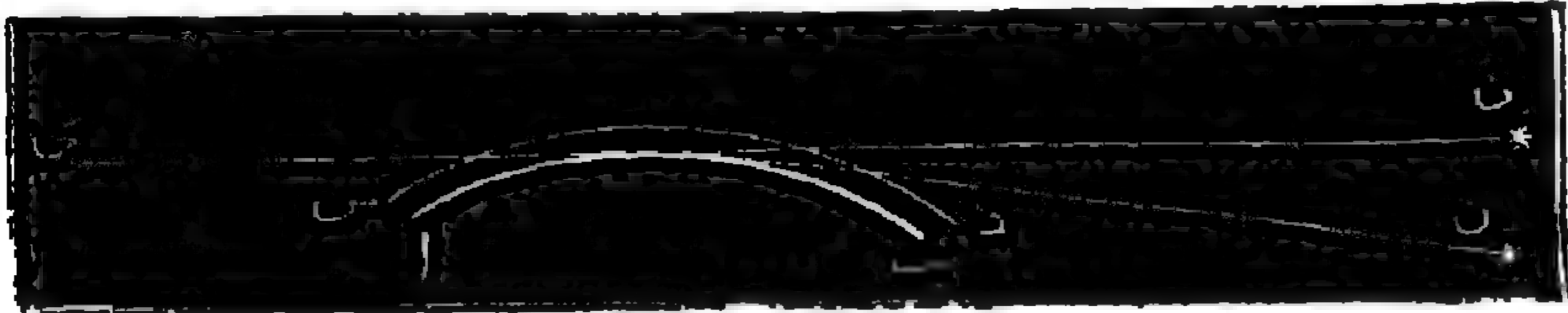
$$(٥٢) \quad ك = \frac{ل}{٢ \frac{١}{٢} ق} \times \frac{١}{ج ب} = \frac{ل}{٢ \frac{١}{٢} ق} \times ن قاطع ب$$

يقاس ل بالمكرومتراي بعد راس الجبل عن الحد المنور

يبلغ ارتفاع بعض جبال القمر ٢٢٠٠٠ قدم

(٢٢٠) القمر خالٍ من كنة هوائية ومن ماء ومن بخار الماء كما يتضح من عدم انحراف نجم من

موضعه الحقيقي بالانكسار اذا اخفى وراء القمر كما يحدث مراراً كثيرة



شكل ١٦

ليكن ا ب (شكل ١٦) حد سطح القمر وس د حد كنة الهواء المحيطة به فحسب قواعد النور  
تعرف الشعاع الآتية من نجم عند ن نحو العمودي والناظر عند ي يرى النجم الى جهة ي ن فيكون  
قد اخفى وراء القمر ولا يزال ظاهراً وعند خروجه من وراء القمر على الجانب الآخر يكون قد خرج  
بالظاهر وهو بالحقيقة باقٍ خلفه فيقتصر بذلك مدة الاختفاء عما يجب باعتبار قطر القمر فضلاً عن  
تخفيف نوره عند مرور الشعاع منه في الكنة الهوائية ولا يحدث شيء من ذلك مطلقاً

لو كان للقمر هواء كثافة مثل كثافة هوائنا على مساواة سطح البحر لما اخفى النجم مطلقاً لانه كما  
رأينا سابقاً الشمس في الافق ترفع بالانكسار ٢٤' وقطرها ٢١' و ١ ق القمر ١٦' فكان النجم يخفى  
٢٤' عند احتجابه و ٢٤' عند خروجه ا ب ٦٨' فكان يظهر مثل حلقة نيرة حول قرص القمر

المظلم . وتضع ذلك بتغطية بلورة نظارة الأ حلة منها وترع القطعة العينية ثم اذا توجهت الى نجم وأمرت عليه تدريجاً يصير نوره أولاً قوساً ثم حلقة تامة

## الفصل السادس

### في اضطراب حركات القمر

(٢٢١) فلك القمر ليس دائرة حقيقية ولحركاته اضطرابات كثيرة يقتضي معرفتها لكي نستطيع ان نحسب موقع القمر في وقت مفروض ولا يسعنا المقام تفصيل كلها بل نذكر اعظمها فقط



(٢٢٢) من على هذه الاضطرابات جاذبية الشمس فلو كانت الشمس ابعد كثيراً مما هي عن الارض والقمر لفلت بالقمر والارض على التساوي ولم يحصل منها اضطراب وبما انها ٤٠٠ مرة ابعد من بعد القمر فلجاذبيتها فعل ظاهر بتغيير حركة القمر فمتى كان القمر بالاقتران تزيد جاذبية الشمس له على جاذبية الارض له على نسبة ٤٠٠ : ٣٩٩ فيقل عطف القمر نحو الارض ومتى كان القمر في الاستقبال تجذب الشمس الارض اكثر مما تجذب القمر على هذه النسبة نفسها فيخف عطف القمر نحو الارض ايضاً ومتى كان القمر في التربيع تجذب الشمس على خط مائل قليلاً على خط جاذبية الارض له فاذا انحلت قوة جاذبيتها برى ان بعضها فاعل لزيادة عطف القمر نحو الارض . وقد حسب الثقليل عند الاقتران والاستقبال  $\frac{1}{4}$  من الكل والزيادة عند التربيع  $\frac{1}{18}$  من الكل وفضلها  $\frac{1}{36}$  اي عطف القمر نحو الارض يقل بجاذبية الشمس له  $\frac{1}{36}$  من كلاً فيدور في فلك اوسع مما كان لولا ذلك

شكل ٨٧

(٢٢٣) ليكن ا ب س د (شكل ٨٧) فلك القمر وي

الارض ولنكن الشمس عند ض والقمر عند م وليكن ي ض مناسباً لجاذبية الشمس للارض ثم حسب فلسفة ض م : ض ي : ض ي : ض م = جاذبية الشمس على م الى جهة م ض . اجعل



م غ =  $\frac{م}{م}$   $\frac{م}{م}$  وارسم م ف يعدل ي ض وبوازو وتم الشكل م ف غ ح وحل قوة م غ الى م ف م ح ثم بحيث ان القسم م ف = ي ض وبوازو اي يعدل جاذبية الشمس للارض وها الى جهة واحدة فلا اضطراب منه اما القوة المغيرة حركة م وي بنسبة احدها الى الآخر فهي القسم م ح وهذا الخط يختلف وضعاً وطولاً باختلاف موقع م وعلى كل حال ينحل الى ما يفعل ماسياً وما يفعل قطرياً. ارسم م و ماساً لفلك القمر وي م بين الارض والقمر فينحل م ح الى قوة قطرية م ر تزيد عطف القمر نحو الارض او تقلله وم و قوة ماسية تسرع حركة القمر وتؤخرها. في هذا الرسم وضع م ح بحيث يزيد م ر عطف القمر نحو الارض وم و يسرع الحركة. عند التربع يفعل م ر نحو ي وعند الاقتران والاستقبال تجذب عن ي وم و في الربع د ا وب س يسرع الحركة وفي ا ب و س د يؤخرها

(٢٢٤) بسبب اضطرابات حركة القمر لا يستعمل موقعه الحقيقي الا باصلاحه لاجل هذه الاضطرابات بواسطة معادلاتها ومنها

اولاً معادلة المركز كما تقدم من جهة الشمس اي الفرق بين فلك القمر ودائرة حقيقية ومعظم هذه المعادلة  $١٧' ١٢''$  للقمر وهي للشمس اقل من  $٢''$

(٢) الثانية معادلة الاعتساف وهي معادلة اضطراب المباشرة بواسطة جاذبية الشمس معظمها  $٢٠'$  وهي تقلل معادلة المركز في الاقتران والاستقبال وتزيد ما في التربيع الاول والرابع فتزيد طول القمر الاوسط او تقلله  $٢٠'$  كما تقدم حكى بها اولاً مبرخوس وكنهها بطليموس ومدتها  $٢١$  يوماً  $١٩'$   $٢٠''$  وهي حادثة بالقوة م ر (شكل ٨٧)



شكل ٨٨

ليكن ف ح الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب للقمر (شكل ٨٨) وي الارض ولنفرض الشمس في جهة ا فيكون اس الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب والخطان متواقيان وانعطاف القمر نحو ي يقل عند ف

وح كما تقدم والتقليل عند ف اقل من التقليل في مكان آخر من فلكه لانه عند ف تكون الفضلة بين ا ي و ا ف على اقلها وعند ح تنقل اكثر من التقليل في مكان آخر من فلكه لان فضلة ا ي ا ح حيث تزيد على معظمها فتبعد ف عن ي اقل وتبعد ح عن ي اكثر من سائر اجزاء فلك القمر ومكانا لو كانت الشمس في جهة س فني واقفت جهة الشمس الخط الموصل بين نقطة الرأس

والذنب تكون هليجية القمر على معظمها

ثم لنفرض الشمس في جهة د او ب اي ان الخط الموصل بين نقطة الرأس والذنب يمر بالتريع فيزيد انعطاف القمر نحو الارض عند ف وح كما هو الحال في التريع ابدأ غير ان هذا الانعطاف على اقله عند ف بسبب قلة ميل ف ب على ي ب وعند ح على معظمه بسبب زيادة ميل ح ب على ي ب فيكون ح ي بالنسبة الى ف ي اقل منه في وضع آخر فتكون الهليجية على اقلها اذا وافق الخط الموصل خط التريعين

(٢) معادلة السرعة من قبل اختلاف سرعة حركة القمر معظمها ٢٢' ومدتها نصف دورة قانونية اي ١٤ يوماً و ١٨ ساعة وهي حادثة عن القوة الماسة وم (شكل ٨٧) فمن د الى ا توافق حركة القمر فتسرعها ومن ا الى ب تؤخرها ومن ب الى س تسرعها ومن س الى د تؤخرها. كان يظن انها من ب الى س تتأخر بسبب جاذبية الشمس الى الوراء غير ان القوة المضطربة هي اضافية لا مطلقة اي من ب الى س تجذب الشمس القمر اقل مما تجذب الارض فالتيجة كانها لم تنحل بالارض بل دفعت القمر الى الجهة المتقابلة اي نحو س فيسرع القمر ويبطؤ على التعاقب بين تريع وتريع ومعظم الاختلاف عندما يكون على نحو ٢٥ من التريع ب ود. نسب بعضهم كشف هذا الاضطراب الى تيغوبراخي وبعضهم الى ابي الوفاء في القرن التاسع وهو الاضطراب الاول الذي علل عنه اسحق نيوتون بالجاذبية العامة

(٤) المعادلة السنوية اي اختلاف سرعة الارض في نقطة الرأس والذنب معظمها ١١' ١٠"

(٥) خامساً المعادلة الاختلافية علنها اختلاف جاذبية الشمس للقمر بين نقطة الرأس والذنب

معظمها ٢'

(١) المعادلة القرنية اي اسراع حركة القمر بتقليل هليجية فلك الارض الحادث مدة اقران متتابعة كما تقدم ومعظمها ١٠" كل ١٠٠ سنة. هذه المعادلة كشفها اولاً المعلم هالي من مقابلة كسوفات رصدتها الكلدانيون في بابل ق م ٧٢٠ و ٧١٩ مع كسوفات رصدها علماء العرب في القرن الثامن والتاسع. وقد كشف هانسن في هذه السنين الاخيرة معادلتين اخريين من قبل فعل الزهرة بالاستقامة وبغير استقامة في القمر

ومعادلات اخرى الى ٦٠ معادلة اكثرها صغار وبها يستعد موقع القمر بدون خطأ يزيد عن ٣"

(٢٢٥) العقدان ليستا ثابتين بل تتقلان من الشرق الى الغرب ١٩' ٢٥" كل سنة

فتعودان الى مكانها الاول في ١٨٦ سنة فان رصدنا النقطة التي فيها يقطع القمر دائرة البروج هذا الشهر وكان ذلك بقرب نجم ما فنجد في الشهر الآتي انه يقطعها الى غربي ذلك النجم فيقال ان



العقدتين تدبران على دائرة البروج بسبب ذلك جاذبية الشمس للقمر بالوزن من قبل ميل فلك القمر على دائرة البروج

ليكن ق ن (شكل ٨٩) قوساً من دائرة البروج و ا ب قوساً من فلك القمر والعقدة النازلة



شكل ٨٩

عند ن فمى كان القمر عند ل تجذبه الشمس وهي في دائرة البروج على خط مائل على ق ن وتقل هذه الجاذبية الى قسم عمودي على ق ن وقسم يوازيه فليكن ل م القسم العمودي اي يتحرك القمر بهذا القسم من جاذبية الشمس بينما يمر باستمراره على ل ر فيتحرك في ل س الذي يقطع دائرة البروج في ن ثم بعد مروره بالعقدة تحركه القسم المشار من جاذبية الشمس على ت د بينما يمر باستمراره على ت ك فيتحرك في ت ص وهو اذا اخرج يقطع دائرة البروج في ن فتتقهر العقدة عند اقتراب القمر اليها وعند ذهابها منها

وهذا التقهر يحدث اذا كان القمر في النصف من فلكه الاقرب الى الشمس وفي النصف الآخر تنعكس حركة العقدتين اي تتقدمان غير ان الاولى اكثر من الثانية فيدبران كما تقدم

(٢٢٦) الخط الموصل بين نقطة الاوج والمحضيض من فلك القمر يتقدم اي يتقل من الغرب الى الشرق والعلة كما تقدم في تقدم الخط الموصل بين نقطة الراس والذنب للارض فجاذبية جسم خارج فلك سيارته هذا الفعل ابداً وهذا الخط الموصل بين نقطة الراس والذنب للارض يتقدم قليلاً جداً كما ذكر اما في القمر فلشدة اضطرابه بسبب جاذبية الشمس يتقدم الخط الموصل بين الاوج والمحضيض ٢° كل شهر نجمي ويدور دورانا كاملاً في نحو ٩ سنين

(٢٢٧) مدة دوران الشمس من احدى العقدتين الى ان تعود اليها ايضاً سميت دورة النقطة القانونية وهي اقصر من السنة النجمية ومدتها ٣٤٦ ١/٢ يوماً تقريباً. لان العقدة تتقل غرباً كل سنة ١٩' ٢٥'' كما تقدم فتصل اليها الشمس قبل تكميل دورتها الكاملة بالوقت اللازم لكي تمر على ١٩' ٢٥'' واذ يتحرك الشمس كل يوم درجة تقريباً تكون مدة دوران النقطة ٣٦٥ - ١٩ = ٣٤٦ وبالتدقيق ٣٤٦ ٦١ ٩٨٥١ يوماً والوقت من اقتران الى اقتران او من استقبال الى استقبال



$= 29^{\circ} 53' 05.887$  يوماً وفي ١٩ دورة للنقطة ٢٢٢ من هذه المدات تقريباً

لان  $7080578 = 19 \times 246719801$

و  $7080522 = 222 \times 29^{\circ} 53' 05.887$

فلو انتقلت الشمس والقمر معاً من احدى العقدتين فبعد عودة الشمس اليها ١٩ مرة  
اي بعد ما تمر على تلك النقطة ١٩ مرة يكون القمر قد دار ٢٢٢ دورة قانونية فيلتقيان حيث  
عند تلك النقطة ثم تدور ايضاً كما تقدم واذ كان حدوث الخسوف والكسوف متعلقاً بنسبة الارض  
والقمر والشمس الى احدهما تين النقطتين فيعودان على ترتيب واحد تقريباً . فعودة الشمس  
الى العقد بعد ١٩ دورة قانونية اي في ١٨ سنة و ١٠ ايام و ١١ يوماً قد سُميت مدتها عند  
القدماء صاروس وعلى موجبها كان الكلدانيون وغيرهم من القدماء يحسبون الخسوف والكسوف  
للمستقبل لانه ان عُرِّفَ المدة ١٨ سنة يُعرف وقت وقوعها ايضاً باضافة ١٨ سنة و ١٠ ايام الى ذلك  
الوقت او ١٨ سنة و ١١ يوماً كما سبقت

(٢٢٨) قد وجد واحد من القدماء اسم ميتون ان القمر يدور ٢٢٥ دورة قانونية في ١٩  
سنة اعتدالية فيقع الاقتران والاستقبال في وقت واحد في مدة كل ١٩ سنة اي ان وقع الاقتران في اليوم  
الخمس من الدور مثلاً يقع في ذلك اليوم نفسه بعد ١٩ سنة واهل اثينا اعتمدوا على هذا الحساب لتعيين  
الاعباد والملاعب وهم جراً م ٤٢٣ والاعداد الدالة على هذه السنين كُتبت باحرف ذهبية على  
حيطان هيكل مينرغا في اثينا فسميت الاعداد الذهبية فالعدد الذهبي هو العدد الدال على السنة  
من دور ميتون فالعدد الذهبي لسنة ١٨٧١ هو ١٠ ولسنة ١٨٧٢ هو ١١ ولسنة ٧٣ = ١٢ ولسنة  
٧٤ = ١٣ وهم جراً

ان ١٩ سنة شمسية تقتصر عن ٢٢٥ شهراً تقريباً بمقدار ٢ ٤ ٣٣ فتعود اوجه القمر في الايام  
التي حدثت عليها قبل المدة ١٩ غير انها تتأخر ٢ ٤ ٣٣

السنة الشمسية تارة ٢٦٥ يوماً وتارة ٢٦٦ يوماً كما تقدم ذكره ودور ١٩ سنة اعتيادية ليس على  
طول واحد دائماً لانه قد تكون فيه ٤ سنين كبيسة وقد تكون فيه خمس سنين كبيسة اي تارة ٦٩٤٠  
يوماً واخرى ٦٩٣٩ يوماً فتارة يزيد عن ١٩ سنة فلكية ربع يوم تقريباً واخرى بقصر عن ١٩ سنة  
فلكية اكثر من ٢ يوم فاذا اعتد على ٤ ادوار كل دور ١٩ سنة اعتيادية يزيد ثلاثة منها عن السنة  
الاخيرة الفلكية اقل من ربع يوم والرابع بقصر من تلك السنة الفلكية نحو ٢ يوم ومجمل الادوار الاربعة  
(كل دور ١٩ سنة اعتيادية) يعدل اربعة ادوار كل دور ١٩ سنة فلكية وهذا الدوراي  $4 \times 19$

$= 76$  سني دور كليبوس

ولاجل الحساب الكائن في يوم قمر وهي دائر في فلك القمر الحقيقي بحيث تتفق اوجهه في دور  
 ١٩ سنة اعني اذ كان تتفق اوجه القمر الحقيقي في دور ١٩ سنة فلكية فسُي القمر الكائن في دور  
 القمر الكائن في اليوم الاول من السنة هو زيادة السنة الشمسية على القمرية وهذه الزيادة سُميت  
 الانافة فاذا عُرِف عمر القمر في اول يوم من السنة اي الانافة للسنة الاولى من دور ميتون تُعرف لكل  
 سنة منه وبما ان دور ميتون ابتداء الحساب منه في ١٦ تموز سنة ٤٢٢ ق م ٧ و ٤٢ ب ظ فيكون  
 اتفاق الانافة والدور على هذا النسق

سنة الدور ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩

الانافة ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨

الاحرف الاحدية - قد جرت العادة ان تُعين ابام الاسبوع بواسطة حرف من الاحرف  
 الرومانية وتوضع A لليوم الاول من السنة اي

G F E D C B A

٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١

فاذا كان اول السنة يوم الاحد يكون الحرف الاحدي A واذا كان الثلاثاء اول السنة  
 يكون F الحرف الاحدي واذا كان الاربعاء اول السنة يكون E الحرف الاحدي وسوف اذكر  
 كيفية استعمال الحرف الاحدي والانافة وفائدة ذلك لمعرفة مواقيت بعض الاعياد في فصل  
 مضاف الى آخر هذا المؤلف ان شاء الله لان كل ذلك من التلائل والمشاغرات الاكبركية التي  
 لا تستحق الالتفات اليها في هذا السياق

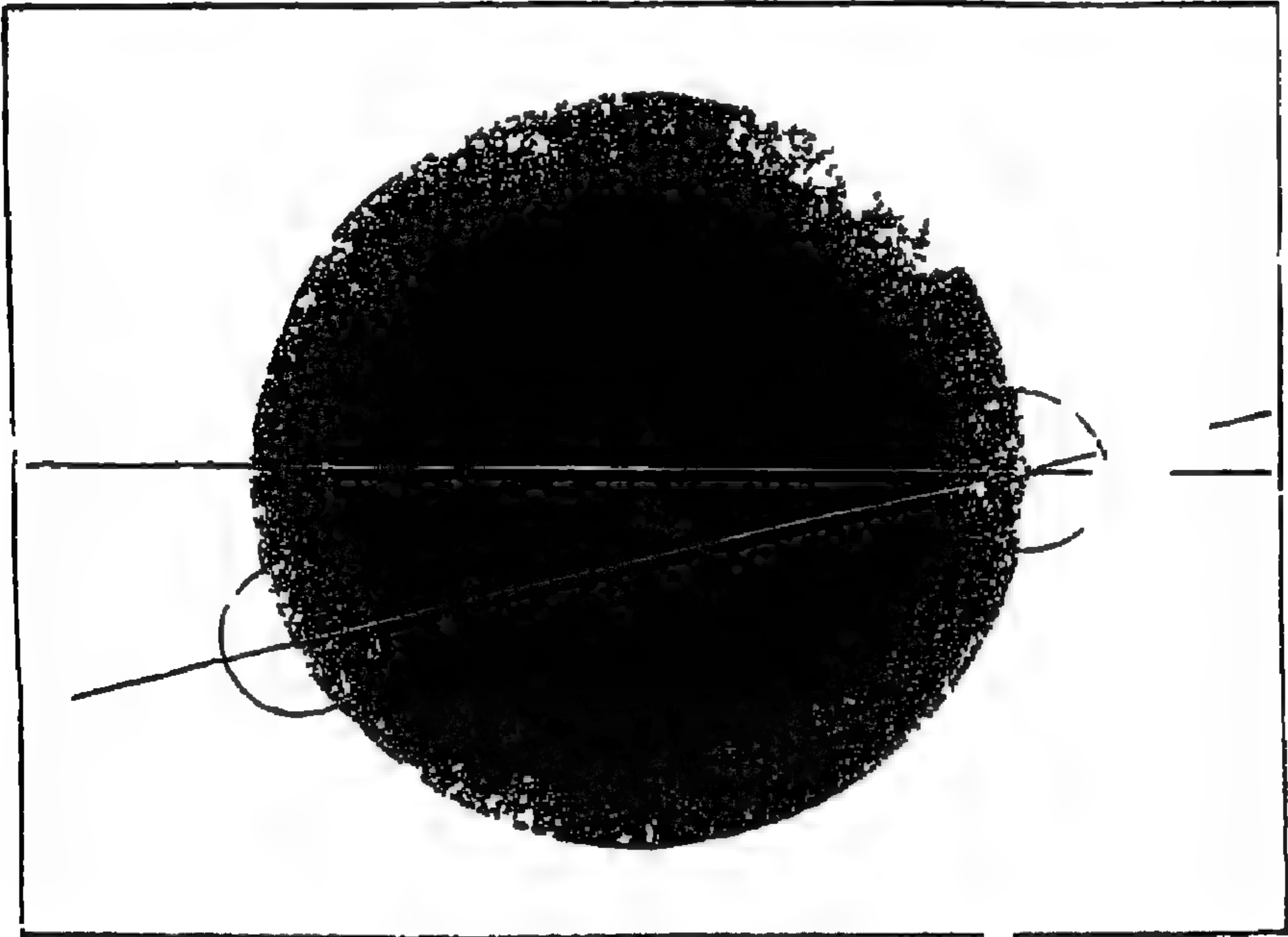
(٢٢٩) هذه بعض اضطرابات حركات القمر والمعادلات لاصلاح حساب موقعها وهي  
 مدونة في الزيجات ومنها ما يقتضي طرحها ومنها اضافتها وهو عمل طويل مل من جمع وطرح  
 وضرب وفي ادق الزيجات ما ينوف عن ٦٠ معادلة لاصلاح حساب موقع القمر وهذا العمل الطويل  
 نصبنا عنه الجداول السنوية المطبوعة المعروفة بالمنهاج

(٢٣٠) اضطرابات حركات القمر تُقسم الى قسمين الاول اضطرابات مدة قصيرة مثل  
 الاعتساف واختلاف سرعة حركته بين الاقتران والاستقبال والتربيع لانها تحدث في كل مدة  
 قصيرة والثاني اضطرابات دورية اي التي تحدث في مدات بعيدة منها المعادلة الدورية المذكورة انفا

## الفصل السابع

## في الكسوف والخسوف

(٢٢١) ينخسف القمر عندما يقع في ظل الأرض وتنكسف الشمس عندما يتوسط القمر بينها وبين الأرض فيقع ظل القمر على الأرض فلا يمكن ان يحدث خسوف الأعداء استقبال ولا كسوف الأعداء الاقتران ولو كان فلك القمر وفلك الأرض في سطح واحد لحدث كسوف عند كل اقتران وخسوف عند كل استقبال لوقوع ظل الأرض والقمر في سطح واحد وهو سطح فلكهما وكلا الظلين

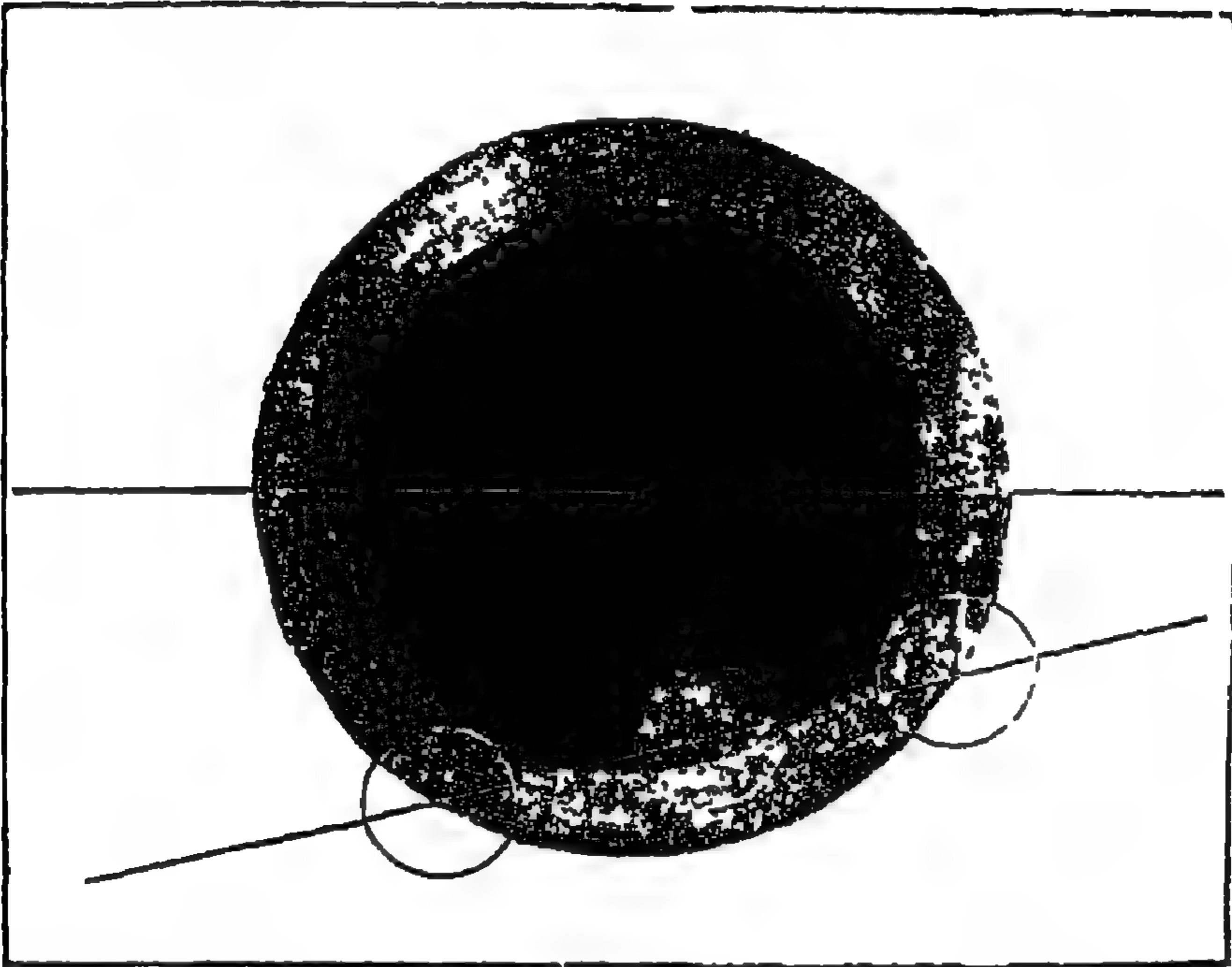


شكل ٩٠ خسوف كامل

اطول من بعد القمر عن الأرض وقد تقدم ان فلك القمر مائل على فلك الأرض نحو  $5^\circ$  فبني كان القمر متوسطاً بين العقدتين يكون ميل مركزه  $5^\circ$  عن محور ظل الأرض الذي هو في دائرة البروج ابداً ومعظم نصف قطر هذا الظل على بعد القمر  $= \frac{1}{2}$  فقط كما ستعلم ونصف قطر القمر  $= \frac{1}{2}$  تقريباً فلا يطبق أحدهما على الآخر ولا يدخل أحدهما في ظل الآخر إلا متى كانت الشمس وقت الاقتران عند أو بقرب إحدى العقدتين للقمر وبدوران الشمس في دائرة البروج تقع كل سنة في كل نقطة من تلك الدائرة فقد يتفق وقوع الاقتران والاستقبال في كل جزء من تلك الدائرة وإن بنعنا متى



كانت الشمس نجاء العقدة الصاعدة أو النازلة أو متى كانت بينها وبينها  $90^\circ$  أو في أية نقطة كانت بين هذين الموضعين والشمس تمر بالعقدتين في نقطتين متقابلتين من دائرة البروج أي في فصول متقابلة من فصول السنة أو شهور متقابلة فلذلك نرى غالباً خسوفات وكسوفات تحدث في شهور متقابلة أي أن حدث خسوف أو كسوف في كانون الثاني مثلاً نتظر وقوعه أيضاً في تموز وإن حدث في آذار نتظر أيضاً في أيلول وتسمى هذه الشهور المتقابلة شهور العقدتين وبسبب تفرقها كما تقدم تتغير هذه الأشهر من سنة إلى سنة



شكل ١١ خسوف جزئي

(٢٢٢) لو كان جرم الشمس يعدل جرم الأرض لكان ظل الأرض اسطوانة ولكونها أكبر من الأرض كثيراً يكون ظل الأرض مخروطاً فاعدة الأرض ورأسه ومحوره في دائرة البروج ابتداءً والأمرو واضح أيضاً أن هذا الظل يطول إذا بعدت الشمس عن الأرض ويتصغر إذا قربت إليها وإن هيئة الظل تتغير قليلاً بتسطيح الأرض عند القطبين وإن القمر في الاستقبال تارة أقرب إلى الأرض وأخرى أبعد عنها فمَن كان أقرب يعبر في قسم من الظل أعظم قطراً من القسم الذي يمر به وهو أبعد عنها

(٢٢٣) نصف زاوية مخروط ظل الأرض يعدل قطر الشمس الظاهر إلا اختلافها الأفقي ليكن  $اش$  (شكل ١٢)  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس  $ب ي$   $\frac{1}{2}$  قطر الأرض  $ي س$  محور ظل الأرض فنصف

زاوية مخروط الظل ا ب ي س ب = ا ي ش - ي ا ب و ا ي ش = نصف قطر الشمس  
وي ا ب = اختلافها الافقي وهما معروفان فتعرف منها الزاوية عند راس الظل وللاختصار  
لنجعل  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس = ق واختلافها الافقي = خ فلنا



شكل ٩٢

ي س ب = ق - خ

وق =  $16' 10''$

وخ =  $8' 6''$

وق - خ =  $10' 24''$  معدل نصف زاوية الظل

(٢٢٤) في المثلث ي س ب ذي قائمة عند ب لنا الزاوية ي س ب والضلع ي ب

فنستعلم منها ي س

جيب (ق - خ) :  $\frac{1}{2}$  ق ::  $8956 : 806270$  (٥٢)

اي معدل طول الظل وتغير هذه القيمة بالقلب كتغير  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس. وبعد القمر =  $228650$

تقريباً فطول الظل  $\frac{1}{2}$  امثال بعد القمر فيعبر في الظل في القسم الاعرض منه اي حيث يكون  
قطره اكثر كثيراً مما يلزم ليحجب وجه القمر

(٢٢٥) لاجل استعمال قطر الظل عند معبر القمر في

ليكن م م متقطع الظل عند معبر القمر في م مركز الدائرة المحاذية بالقطع فالزاوية م ي م دالة على

نصف قطر الظل وهي = ب م ي - ب س ي وب م ي = اختلاف القمر الافقي وب س ي

=  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس الا اختلافها الافقي ا ب ي ق - خ كما تقدم فاذا وضعنا خ عوضاً عن اختلاف

القمر الافقي لنا

م ي م = خ - (ق - خ) = خ + خ - ق

وخ =  $5' 57''$

وق - خ =  $10' 24''$

وخ + خ - ق = ١٢' ٤١" = ١/٢ قطر الظل عند معبر القمرو ١/٢ قطر القمر = ١٥' ٢٢"  
 فقطر الظل ٢ ٢/٢ مثل ١/٢ قطر القمر عند معبر فيه

(٢٢٦) بعد القمر عن عقدة اذا مس ظل الارض مساً فقط في خسوف سني الحدا الخسوفي  
 وبعده عن العقدة وفي كسوف اذا مس جانب الشمس مساً فقط سني الحدا الكسوفي ولا يمكن ان يحدث  
 خسوف ولا كسوف اذا كان القمر ابعد من هذه الحدود عن العقدة



شكل ٩٣

(٢٢٧) لاستعلام الحدا الخسوفي

ليكن س ع قسماً من طريق الشمس  
 (شكل ٩٢) م ع قسماً من طريق القمر  
 وس ١/٢ قطر ظل الارض وم ١/٢ قطر  
 القمروهما معروفان فيعرف مجتمعهما س م

وع العقدة والزاوية ع معروفة لانها ميل فلك القمر على دائرة البروج ثم في المثلث الكروي م ع س  
 ذي القائمة عند م لنا

١/٢ ق = ١/٢ ج س م = ج س ع X ج م ع س (٥٤)  
 فنستعلم س ع اما الزاوية عند ع وس ا وام فكليات متغيرة فيتغير س ع ايضاً ومعظمه  
 ١٢' ٢٤" فاذا كان اكثر من ذلك لا يحدث خسوف واقله ٩' ٢٤" فاذا كان اقل من ذلك  
 فلا بد من خسوف وان كان بينهما فرما يحدث وربما لا يحدث

اما بعد القمر عن العقدة فيقاس على دائرة البروج وهو كتابة عن فضلة طول العقدة وطول  
 القمر في وقت ما فلا يمكن ان يحدث خسوف متى كان بعد القمر عن العقدة اسيه فضلة طول وطول  
 العقدة اكثر من ١٢' ٢٤" وان كان اقل من ٩' ٢٤" فلا بد من خسوف وبين ٩' ٢٤" والحدا المذكور  
 سابقاً يكون في حدوثه شك لا يزال الا بالحساب

ان مس القمر ظل الارض مساً سميت الروية ماسة وان دخل جزء من القمر فقط في الظل سني  
 خسوفاً جزئياً (شكل ٩١) وان دخل جميعه سني كلياً (شكل ٩٠) وان طابق في الخسوف مركز  
 القمر على مركز دائرة الظل سني مركزياً وذلك لا يكون الا اذا كان القمر وقت الخسوف عند العقدة  
 تماماً وان لم يتوارس مخروط الظل الى القمر سني حلقياً

(٢٢٧) ان الارض تنجب شيئاً من نور الشمس عن القمر قبل دخوله في الظل وبتزايد  
 الاحتجاب شيئاً فشيئاً الى ان يدخل الظل فيخسف وهذا النور الجزئي سني ظليلاً وتعرف حدوده  
 برسم الماسات ا ح آ ح (شكل ٩٢) فالامر واضح ان القمر عند وصوله الى ح يحجب عنه شيء



من نور الشمس ويتزايد ذلك الى ان يصل الى الظل عند م وبعد خروجه عند م يبقى شيء من النور مخفياً حتى يصل الى ح وهيئة الظليل مخروط ناقص يمتد الى غيرتهاية من الارض ورأس المخروط اذا اكمل عند س اي بين الارض والشمس

(٢٢٨) نصف زاوية الظليل =  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس واختلافها الافقي اي ق + خ (شكل ٩٢) لان

ح س م = ا س ش = ا ي ش + ب ا ي

وا ي ش =  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس

وب ا ي = الاختلاف الافقي وهما معروفان

نصف زاوية مقطع الظليل على بعد القمر = اختلاف القمر الافقي + اختلاف الشمس الافقي

+  $\frac{1}{2}$  قطر الشمس

لان الزاوية ح ي م (شكل ٩٢) = ي ح س + ي س ح

وي ح س = خ اي اختلاف القمر الافقي

وي س ح = ق + خ كما تقدم

اي ح ي م = خ + خ + ق

وهي كلها معروفة ومعدل ذلك ١٢' ١٩" اي ٥ امثال  $\frac{1}{2}$  ق القمر تقريباً

(٢٢٩) في ما تقدم قد حسبنا مخروط ظل الارض مصطنعاً بماسات لسطح الارض من

سطح الشمس وقد وجد بالرصد ان قطر الظل الظاهر اكبر قليلاً مما هو حسب القاعدة المذكورة

ويعلل عن ذلك بان بعض شعاع الشمس تمصها وتطفئها الاجزاء السفلى من كرة الهواء فالنتيجة كما

لو كانت الارض اكبر قليلاً ما هي حبة فلكي يطابق الحساب على الحقيقة يقتضي زيادة  $\frac{1}{2}$  قطر

الظل والظليل نحو  $\frac{1}{2}$  مما هو حسب القاعدة المذكورة انفاً

في خسوف كلي يبنى وجه القمر ظاهراً له نور محمر ضعيف وسبب ذلك ان بعض شعاع الشمس

تنكسر بهواء الارض فتتحرف الى حد محور الظل وتقع على القمر

(٢٤٠) قد تقدم ان القدماء حسبوا وقوع خسوف وكسوف تقريباً من ملاحظتهم عودة

القمر الى الاماكن التي كان فيها كل ١٨ سنة و ١٠ ايام اي مدة ٢٢٢ من دورات القمر القانونية

وقد حسب الفيلسوف هالي مدة هذا الرجوع ١٨ سنة و ١٠ ايام ٧ ساعات  $\frac{2}{3}$  ٤٣ اذا كانت

خمس سنين كيسة في مدة ١٨ سنة و ١٨ يوماً  $\frac{2}{3}$  ٤٣ اذا كانت ٤ سنين كيسة في تلك

المدة واذا عُرِف وقت وسط خسوف برصد فان اضمنا الى ذلك الوقت المدة المذكورة يكون

لنا وقت وقوعه ثانية غير انه يحتمل خطأ ساعة ونصف

## كسوف الشمس

(٢٤١) اما كسوف الشمس فان نظرنا اليه بدون اعتبار مكان خصوصي فالامر واضح ان كيفية حسابه كحساب الخسوف غيراته بسبب قرب القمر الى الارض وزيادة اختلافه وصغر ظله لا تنقص به الارض كلها اية ظلة يغطي جزءاً صغيراً من سطح الارض فقط كما نرى احياناً سحابة تغطي وجه الشمس عن بعض الاماكن وتبقى مشرقة على البعض وهكذا في الكسوف فان كانت الشمس على خط الاستواء مثلاً وتوسط القمر بينها وبين الارض يقع الظل على جانبي خط الاستواء فيحدث كسوف هناك واما لناظر في المنطقة المعتدلة الشمالية فيقع القمر الى جنوبي الشمس ولناظر في المعتدلة الجنوبية يقع الى شمالي الشمس فلا يحدث كسوف عندها

(٢٤٢) حركة القمر في فلكه ٢٣' كل ساعة وذلك على بعد القمر ٢٣٨ ميلاً فظل القمر على سطح الارض هذه سرعة اذا كان عمودياً عليه ومتى كان مائلاً تزداد السرعة على نسبة  $\frac{1}{\sin \theta}$  : حيث  $\theta$  الميل . ثم لنفرض وقوع الاقتران عند وصول القمر الى العقدة فيكون الاجرام الثلاثة اي الشمس والقمر والارض على خط واحد والظل يمشي على دائرة البروج على سطح الارض من الغرب نحو الشرق وحركة الارض على محورها ايضاً من الغرب الى الشرق فتقل سرعة الظل قليلاً بهذا السبب اي سرعته = فضلة حركة الارض على محورها وحركة القمر في فلكه . ثم لنفرض ان القمر عند الاقتران واقع الى شمال دائرة البروج فادماً الى العقدة النازلة وان الاقتران حصل داخل الحد الكسوفي قليلاً اي اقل من ١٦' عن العقدة فعند ذلك يقع الظل الى نحو الشمال ويمس الارض عند القطب الشمالي لدائرة البروج وبالعكس متى كان الى جنوبي دائرة البروج فادماً الى العقدة الساعة وحصل الاقتران كما ذكر . فكلما اقترب الاقتران الى العقدة تقدم الظل نحو الاقاليم الاستوائية

(٢٥٨) الاقتران يحدث والقمر على ابعاد مختلفة من الشمس فالامر واضح ان طول ظله يتغير بالنسبة الى ذلك وايضاً قطره عند الارض يتغير ويتغير بذلك مساحة الظل على سطح الارض والكسوف الاكبر مساحة هو الحادث متى كانت الشمس على بعدها الابعد والقمر على بعده الاقرب من الارض

(٢٤٣) متى كان القمر على معدل بعده من الشمس ومن الارض يصل ظله الى سطح الارض الا قليلاً لان معدل طوله = ٢٣١٦٩٠

ليكن ص (شكل ٩٤) الشمس د القمر ت الارض فنصف زاوية مخروط ظل القمر د ك ر



كما كانت في ظل الأرض (ع<sup>١٣٣</sup>) = ص در - درك و ص در =  $\frac{1}{4}$  ق الشمس عند القمر  
 و درك = اختلافها الافقي عند القمر و بسبب بعد الشمس وقرب القمر بالنسبة الى الشمس يختلف  
 نصف قطر الشمس عند القمر قليلاً جداً عما هو في الأرض و بسبب صغر نصف قطر القمر عند الشمس  
 يكون اختلافها الافقي صغيراً جداً فيسوغ ان نحسب  $\frac{1}{4}$  ق الشمس = نصف زاوية مخروط ظل  
 القمر و لاجل زيادة التدقيق لنحسب نصف قطر الشمس و اختلافها الافقي عند القمر. فلان مقدار  
 جرم الظاهر هو القلب كبعد فنسبة



شكل ٩٤

ص در : ص ث ر : ص ث ا ص د : ٤٠٠ : ٢٩٩  
 لان بعد الشمس ٤٠٠ مثل بعد القمر فاذا كان ص ث ٤٠٠ يكون ص د ٢٩٩ اي  
 $\text{ص در} = \frac{400}{299} \times \text{ص ث ر} = 1^\circ 00' 25'' \times \text{ص ث ر}$  ومعدل نصف قطر الشمس  
 اي ص ث ر =  $16^\circ 02' 17''$  اي  
 $\text{ص در} = 1^\circ 00' 25'' \times 16^\circ 02' 17'' = 16^\circ 06' 17'' = 16^\circ 9' 34''$   
 (٢٤٤) اما الاختلاف فهو بالقلب كالبعد فيكون اختلاف الشمس الافقي عند القمر  $\frac{1}{4}$   
 اعظم مما هو عند الأرض لكون القمر اقرب الى الشمس  $\frac{1}{4}$  من بعد الأرض عن الشمس ولكن القمر  
 اصغر من الأرض فيكون الاختلاف عند القمر  $\frac{79117}{316}$  اصغر مما هو عند الأرض فاذا زدنا اختلاف  
 الشمس الافقي لسبب قرب القمر الى الشمس ونقصناه لسبب صغر القمر لنا  
 $\text{ظل القمر} = \frac{400}{299} \times \frac{79117}{316} \times 4'' = 3'' 05'' = \text{اختلاف الشمس الافقي عند القمر فنصف زاوية مخروط}$

ص در - درك =  $16^\circ 9' 34'' - 3'' 05'' = 16^\circ 4' 16''$  وذلك لا يختلف كثيراً عن نصف قطر  
 الشمس عند الأرض فيسوغ ان نحسب نصف زاوية مخروط ظل القمر =  $\frac{1}{4}$  ق الشمس عند الأرض  
 فلنا

جيب  $16^\circ 4' 16'' : 1080 : (\text{اي ب د}) : \frac{1}{4} \text{ ق : دك} = 221690$



ومعدل بعد القمر عن سطح الارض =  $228818 - 2906 = 224812$  وذاك اطول من طول الظل المذكور سابقاً. ثم متى كان القمر على اقرب من الارض بينه وبين مركز الارض  $221092$  ميلاً ومتى كانت الشمس في بعدها الابعد يكون نصف قطرها  $10' 50''$  وعلى موجب ذلك حسبما تقدم نستعلم طول ظل القمر =  $230630$  وان طُرح من ذلك  $221092$  يبقى  $14027$  اي امتداد الظل الى ابعد من مركز الارض .

(٢٤٥) ان حدث الاقتران والتمزق في العقدة يقع الظل عمودياً على سطح الارض فنظروا على سطح الارض لا يزيد عن ١٧٠ ميلاً لانه في المثلث بي ث ك الزاوية عند ك = ١٥° ٥' ٤٥" كما تقدم و ث بي = ٢٩٥٦ و ث ك = ١٤٠٣٧ فلنا

۱۴۰۲۷ : ۲۹۵۶ ج : ۱۵' ۴۵'' ج : ۵۵' ۱۰'' د ث ی ک  
و ۵۵' ۱۰'' + ۱۵' ۴۵'' (ای زاویه ک) = ۱۱' ۱۰'' ۴۰' = د ث ی ا بے

الفوس دی

وَأَدَى = ٢' ٢٢' ٢٠" = يَن فِئْصَة : ٢٦٠ : ٢' ٢٩' (= ٢' ٢٢' ٢٠") ::  
 ٢٤٨٩٩ (=) عِبْطُ الْأَرْضِ الْإِسْتَوَائِي : ١٧٠ تقريباً

(٢٤٦) ظَلِيلُ الْقَمَرِ لَا يَغْطِي مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ جِزًّا قَطْرًا عَظَمُ مِنْ ٤٢٩٢ مِيلًا لِأَنَّ نِصْفَ زَاوِيَةِ الظُّلِيلِ بِي د = ب ص د + ص ب ر و ب ص د = اخْتِلَافُ الشَّمْسِ الْإِفْقِيِّ عِنْدَ الْقَمَرِ ٥٢° وَص ب ر = ١/٢ قِ الشَّمْسِ وَمِنْ ذَلِكَ نَسْتَعْلَمُ بِي د و ١/٢ قِ الْقَمَرِ ب غ د = ١٦' ٥٥" فَنَسْتَعْلَمُ مِنْ ذَلِكَ غ د ث فَلْنَأْخِذْ فِي الْمَثَلِثِ غ د ث الزَّاوِيَةُ غ د ث وَالضَّلْعُ د ث وَإِيضًا ث غ فَنَسْتَعْلَمُ لَزَاوِيَةَ غ د ث وَالْقَوْسُ غ د وَمَضَاعُهَا غ ح = زَاوِيَةُ عَرْضِ الظُّلِيلِ فَيَتَحَوَّلُ إِلَى أَمِيَالٍ حَسَبًا نَقْدَمُ وَمَعْظَمُهَا ٤٥٠٠ مِيلًا



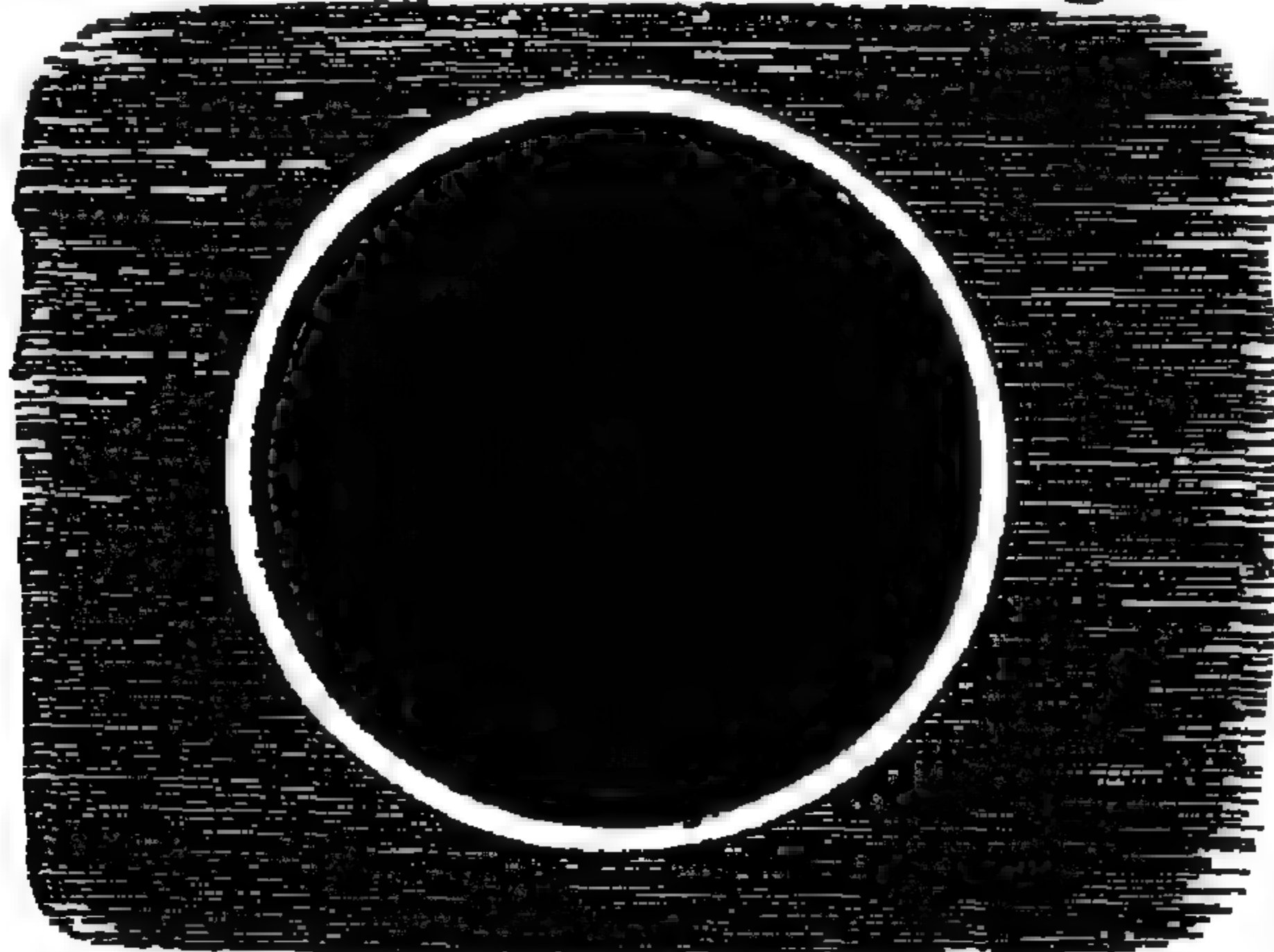
(٢٤٧) الحد الكسوفي هو بعد الشمس عن العقدة بحيث يسها ظليل القمر عند الاقتران

## مسافط

ليكن ص مركز الشمس (شكل ٩٥) وي مركز الأرض وم مركز القمر فالماسة تحدث عندما  
يمس القمر ب اي الشعبة الخارجة الماسة سطح الأرض والبعد بين مركز الشمس ومركز القمر هو  
الزاوية ص ي م وهي = ص ي ا + ا ي س + س ي م اما ص ي ا فهي نصف قطر الشمس  
و =  $\delta$  وس ي م =  $\frac{1}{2}$  القمر = د والزاوية ا ي س من المثلث ي ا س = ي س ب - س ا ي  
اما ي س ب فهي اختلاف القمر الافقي = ف وس ا ي = اختلاف الشمس الافقي = ف فالبعد  
بين المركزين ا ي

$$\text{ص ي م} = \delta + د + ف - ف \quad (٥٥)$$

اي مجتمع  $\frac{1}{2}$  ق الشمس والقمر مع فضلة اختلافهما الافقي وهذا البعد يدل عليه في الرسم س م م  
شكل ٩٢ فيستعلم س ع كما تقدم (ع ٢٣٧) ومعطاة ١٨' ٢٦' واقلة ١٥' ٢٠'  
(٢٤٨) قطر القمر الظاهر احياناً اعظم من قطر الشمس و احياناً اصغر منه و احياناً بعده  
فلواقام ناظر على الخط الموصل بين مركز الأرض ومركز القمر ومركز الشمس فان كان قطر القمر اعظم  
من قطر الشمس يكون الكسوف كلياً ان كان القطران متساويان ينتهي راس الظل الى سطح الأرض  
وتختجب كل الشمس لحظة من الناظر المقيم على الخط المشار اليه وبالتيجة عن المقيمين على الخط الذي  
برسمه راس الظل على سطح الأرض وان كان قطر القمر اصغر من قطر الشمس كما يحدث متى كان  
القمر في الاقتران على بعدٍ الابعد من الأرض فالناظر المشار اليه يرى القمر على وجه الشمس وحلقة  
من الشمس تحيط بالقمر كما يتضح من شكل ٩٦ وقد سُميت هذه الرؤية كسوفاً حلقياً



شكل ٩٦ كسوف حلقى

(٢٤٩) القمر يبعد عن الشمس كل ساعة نحو ٢٠' اي ٢٠٨٠ ميلاً من فلكه وهذه هي  
سرعة حركة ظل القمر على سطح الأرض فيمر على مسافة قطر الأرض في اقل من ٤ ساعات غير ان  
الأرض تدور على محورها وحركة السطح عند خط الاستواء ١٠٤٠ ميلاً كل ساعة اي نصف سرعة

حركة الظل وكلاهما من الغرب الى الشرق فيمر الظل على موضع عند خط الاستواء على سرعة نحو ١٠٤٠ كل ساعة اذا وقع عمودياً وكل ما زاد عرض مكان زادت سرعة حركة الظل لبطء حركة المكان واذا وقع الظل داخل الدائرة القطبية فقد يتحرك الظل والناظر الى جهتين متقابلتين فتكون السرعة مجتمع الحركتين لا فصلتها

المخسوف يتبدى على جانب القمر الشرقي ابداً والكسوف على جانب الشمس الغربي (٢٥٠) الامر واضح ان رؤية كسوف تختلف باختلاف ارتفاع القمر فوق الافق اذ يختلف بذلك قطر الظاهر فقد يكون كسوف حلقياً في اماكن ظهر فيها عند طلوع القمر او عند غروبه وكلياً للاماكن التي يظهر فيها الظهر وذلك لان طول الظل اطول مما يلزم للوصول الى اقرب سطح الارض اليه ولا يكفي طوله للوصول الى مركز الارض

(٢٥١) معطر الحد الكسوفي ١٨' ٢٦" كما تقدم ومعطر حد المخسوف ١٢' ٢٤" فيحدث كسوف اكثر من خسوف غير ان المخسوف ظاهر لنصف الدنيا ابداً واما الكسوف فظاهر لجزء صغير من النصف الذي نجو الشمس فيحدث المخسوف في مكان معين اكثر من الكسوف

(٢٥٢) مدة دوام كسوف

معظم قطر القمر = ٢٢' ٢١"

اصغر قطر الشمس = ٢١' ٢٠"

$\Delta = ٢' ١'' =$  النوس التي يمر بها القمر مدة دوام الكسوف التام

معظم قطر الشمس = ٢٢' ٢٥"

اصغر قطر القمر = ٢٩' ٢٢"

$\Delta = ٢' ١٢'' =$  النوس التي يمر بها القمر مدة دوام الرؤية الحلقية

على عرض ٥٨' ٥٠"

٢٦' ٢٢"

٩' ٥٦"

٦' ١٠"

على خط الاستواء

٢٩' ٤٤"

رؤية حلقية ١٢' ٤٦"

ظلام ٧' ٥٨"

كلي

الكسوف الكلي قليل الوقوع وسوف يحدث ١٨٨٧ ١٩ آب كلي في شمالي

جرمانيا وجنوبي روسيا واسطاسيا وفي ١٨٩٦ ٩ آب كلي في كرينلاند وسيبيريا ولايلاند

وفي ١٩٠٠ ٨ ايار كلي في مصر والجزائر واسبانيا والبلاد المتحدة . وكيفية حساب كل





الى شرقي م<sup>٢</sup> فيحدث كسوف خامس وهو الاخير في السنة لان السنة تنتهي ١٠<sup>٨٩</sup> ايام بعد الاقتران الثالث عشراي زيادة السنة على ١٢ شهراً قانونياً

ايضاً ١٨<sup>٦</sup> - ١<sup>٦</sup> = ١٧<sup>٦</sup> وفي نصف شهراي بين اقتران واستقبال تمر الشمس على ١٥<sup>٢٥</sup> و ١٧<sup>٦</sup> - ١٥<sup>٢٥</sup> = ٢<sup>٢٥</sup> بعد الشمس عن العقدة ن فيصير خسوف اول عند العقدة المتعابلة ن

ولما كان القمر في الاقتران عند م<sup>٢</sup> كانت الشمس ١٨<sup>٦</sup> - ١<sup>٦</sup> = ١٧<sup>٦</sup> عن العقدة ن وبعد نصف شهر تكون ١٥<sup>٢٥</sup> - ١٢<sup>٢٤</sup> = ٣<sup>٠١</sup> الى شرقي العقدة فيصير خسوف ثانٍ ولا يحدث آخر في السنة لان في الشهر التالي تكون الشمس قد بعدت عن العقدة الى خارج الحد الخسوفي

لو كان موقع الشمس في اول السنة عند م<sup>١</sup> اي ٤<sup>٢٦</sup> الى غربي العقدة ن والقمر في الاستقبال يبرهن محسباً تقدم حدوث كسوف اربع مرات وخسوف ثلاث مرات في السنة اصغر الحد الكسوفي ١٥<sup>٤٢</sup> فتكون القوس ل<sup>١</sup> ل<sup>٢</sup> ٢٠<sup>٨٤</sup> على اصغرها وذلك اطول من القوس التي تمر بها الشمس بين اقتران واقتران فيحدث بالاقبل كسوف واحد بين ل<sup>١</sup> وواحد واحد بين ل<sup>٢</sup> فلا بد من حدوث كسوف على الاقل مرتين كل سنة

الشمس تمر في الحد الخسوفي في اقل من شهر فقد لا يحدث خسوف في سنة

(١٥٣) احجاب القمر نجوماً . القمر في دورانه يتوسط بيننا وبين بعض النجوم فاخفاء نجم وراء القمر سي احجاباً وقد نجيب به بعض السيارات ايضاً الواقعة في طريقه ولا فرق بين احجاب نجم وكسوف غير ان النجوم الثوابت لا اختلاف لها ولا قطر شعريه وكثيراً ما يعتمد على الاحجاب لاستعلام الطول كما سياتي مفصلاً في القسم العملي ان شاء الله

(٢٥٤) بعض ظواهر الكسوف التام

(١) الاكليل ( انظر الصورة الخامسة والسادسة )

قبل احجاب نور الشمس بظل القمر يتدش يظهر حولها نور متفرق الى بعد نحو ١٢' عن حرف الشمس حدوده غير مستوية يزيد في جهة وينقص في جهة ولا يثبت على حال . واختلف علماء الهيئة في هذا المنظر هل هو شمسي او ارضي هوائي او مركب منها ولنض هذا المشكل رصدوه في الكسوفات الاخيرة بكل تدقيق بواسطة السيكتروسكوب والنور المنقطب والنظارات القوية فتحقق انه شمسي وعلوا عنه بكونه انعكاس نور من مادة محيطه الشمس فوق الهيدروجين على علو نحو ١٢' ولا يعلم عن تلك المادة شيء غير ان السيكتروسكوب يظهر فيها خطاً في القسم الاخضر لا يوافقه خط آخر

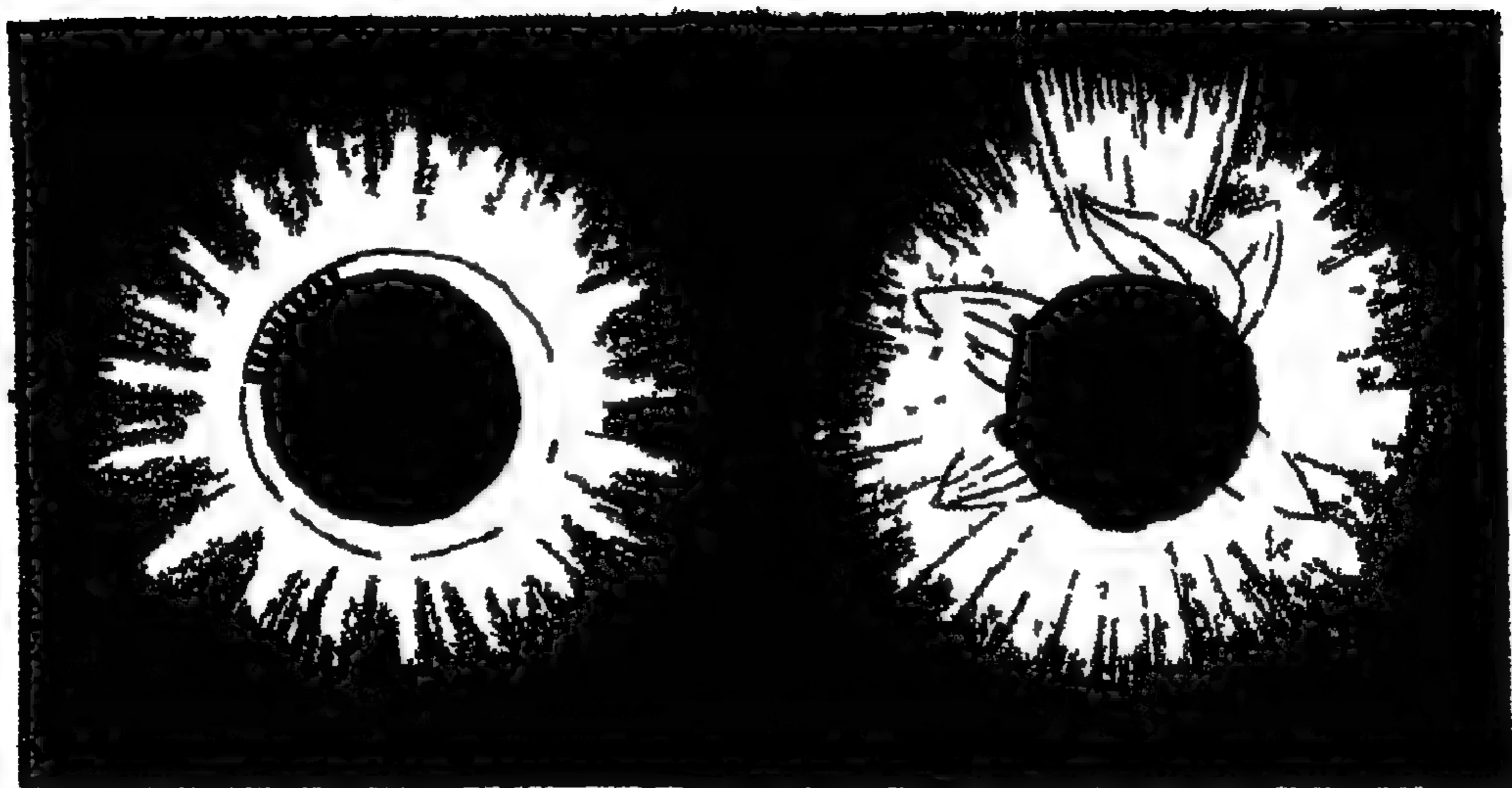
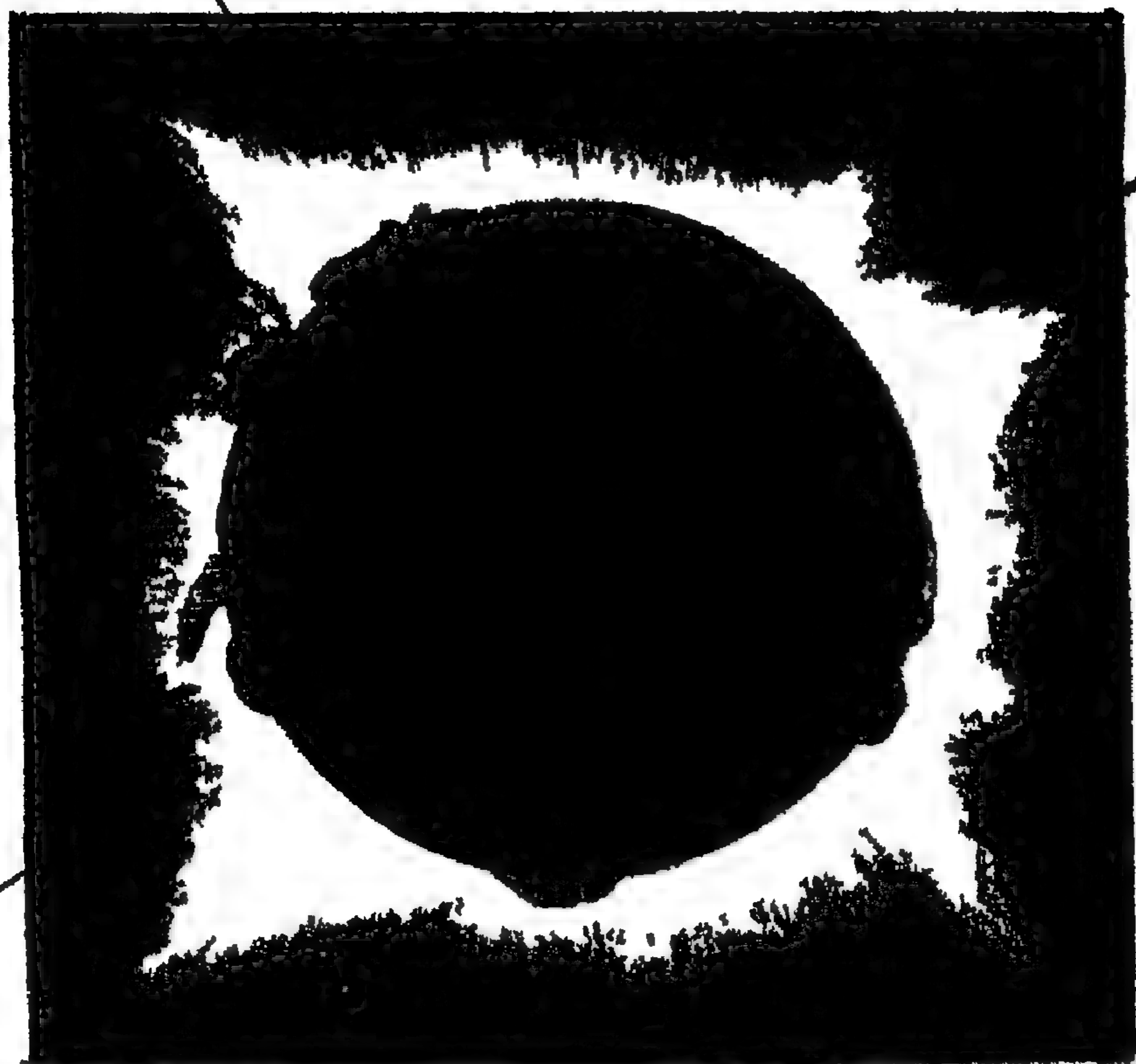




## الصورة الخامسة



# الصورة السادسة







معروف وهو خط ١٤٧٤ على مقياس كركهوف

ثم تحت المادة المذكورة هيدروجين على بعد نحو ٨ عن الشمس غير أنه طبقتان الطبقة العليا تحت درجة الاشتعال ثم هيدروجين حام إلى درجة الاشتعال حتى يرى في وقت الكسوف على ارتفاع ٢ ثم الكروموسفير أي الكرة الملونة على ارتفاع نحو ١ ثم تنتهي إلى الكرة البيرة وخطوط الباريوم والنكل والصوديوم وغيرها من المواد المعروفة كما تقدم

(٢) خرزيلي . عندما يبقى ظاهراً من قرص الشمس خيطٌ دقيق فنظّر برى أحياناً متقطعاً على شكل خرزيتي خرزيلي انتساباً إلى السرفرنسيس يلي أول من لاحظها وعلتها مرور النورين فروض جبال القمر وبين رؤوسها ولذلك نارة تظهر وأخرى لا تظهر أي متى وافق الخيط المشار إليه قسماً من حرف قرص القمر متساوياً أو قسماً جبالة وإطئة (انظر الصورة السادسة)

(٣) ومن روى الكسوف الغربية زوائد وتوات حمر على حافة الشمس وتترى على كل قسم من حرفها نارة عريضة وأخرى دقيقة ونارة عالية وأخرى وإطئة وعلى هياك واشكال مختلفة كما يرى من الصورة الخامسة وارتفاع بعضها ٨٠٠٠٠ ميل وأحياناً يرتد الرأس إلى جهة وأحياناً إلى الجهة الأخرى وأحياناً تكون متصلة بالشمس وأخرى منفصلة عنها وقد ترى هذه اللهب بواسطة السكتر وسكوب في غير وقت الكسوف

عند حدوث كسوف تام أو تام إلى قليلاً يهبط الترمومتر وترى بعض النجوم والحيوان يضطرب من غرابة حال الهواء والجو وإذا كان الناظر مرتفعاً يرى ظل القمر مقبلاً بسرعة من بعيد حتى يقع عليه فيبندى الكسوف

عند حدوث كسوف على الأرض كان ناظر في القمر يرى نقطة مظلمة تعبر على قرص الأرض وعند خسوف تام على الأرض كان ناظر في القمر يرى نورا حمر ضعيف منكسراً عليه بواسطة هواء الأرض الكروي فتدربا لة الشمس مثل حلقة حمراء مكثرة تهبوط الأرض أي يزداد قطر الشمس الظاهر بالانكسار نحو أربعة أمثال

الصورة الخامسة صورة توات رأها لوكير في ١٤ آذار سنة ١٨٦٩ ١١٥ و ١٥٣  
الصورة السادسة صورة الأكليل في كسوف حدث ٧ آب سنة ١٨٦٩ وكسوف حدث في ٨ تموز ١٨٤٢ وكسوف حلقي حدث ١٥ أيار سنة ١٨٢٦ فيو ترى خرزيلي

## الفصل الثامن

### في الطول والمد والجزر

(٢٥٥) من اعظم فوائد علم الهيئة الكشف عن كيفية استعمال الطول والعرض بها يُسلَّك البحر بالامن وتعيين مواقع اماكن على سطح الارض وقد تقدّم القول بكيفية استعمال العرض فلننظر الى كيفية استعمال الطول نظرياً بالاختصار وترك تفصيل الامر الى محله في القسم العملي

(٢٥٦) يُستعمل الطول بكل واسطة يُعرف بها فرق الوقت بين مكانين فيتحول الى درجات ودقائق وقد تقدم القول بذلك. اما الوقت في كل موضع فيحسب من لحظة وقوع قطر الشمس على الهاجرة

(٢٥٧) من اسهل الوسائط لمعرفة فرق الوقت بين مكانين ساعة محكمة لوقت احدهما ثم تُحمل الى الآخر فيُرى ما هو الوقت هناك . مثاله لو تحكمت ساعة على وقت بيروت ثم سافرنا حتى وصلنا الى مكان وقت الظهر والوقت بالساعة المشار اليها ساعتان بعد الظهر فيكون المكان من بيروت ٢٠ الى الغرب وقد اصطبعت ساعات على غاية الدقة لا تخطئ اكثر من ثانية في سنة غير انها اذا انتقلت من موقع الى موقع ربما يتغير سيرها فيعول على عدّة منها ويؤخذ معدل الوقت المدلول عليه بها

(٢٥٨) يُعرف الفرق بين وقت مكانين ايضاً برصد خسوف او كسوف فيها وتعيين اوقات اول الماسة وآخرها واوقات دخول اجزاء مفروضة من القمر في الظل . مثاله ان كانت اول الماسة في مكان الساعة السادسة بعد الظهر وفي آخر الساعة السابعة بعد الظهر يكون المكان الثاني الى شرقي الاول ساعة اية ١٥ وصحة هذا العمل تتوقف على صحة استعمال الوقت الموضعي . ومن هذا الباب ايضاً استعمال الطول برصد خسوف اقمار المشتري

(٢٥٩) لما كان حدوث خسوف وكسوف واحجاب نادراً على نوع ما فلا تصلح هذه الحوادث لاستعمال الطول في البحر حيث يقتضي معرفته كل يوم ولذلك وُضع في المنهاج السنوي بُعد القمر عن بعض النجوم والسيارات والشمس لكل ثلاث ساعات محسوبة لهاجرة كرينويج فان قسنا البعد بينهما في مكاننا فحسب الوقت في كرينويج الذي فيه كان بينها ذلك البعد ونعين الوقت في مكاننا عند الرصد فيُعرف فرق الوقت بين المكانين . مثاله لو قسنا البعد بين القمر وزُحل مثلاً



بالسدس اونجم بالقرب منه وكان ٧٢ والوقت الساعة التاسعة مساءً ووجدنا من المنهاج ان هذا البعد بينها يقع في كرينويج الساعة الواحدة بعد نصف الليل فيكون فرق الوقت بين المكانين ٤ ساعات فيكون الطول ٦٠° غرباً

(٢٦٠) متى قسمنا البعد بين القمر وجرم آخر بالسدس حسبما تقدم يكون لنا البعد الظاهر فيقتضي اصلاحه للاختلاف والانكسار وانخفاض الافق اي لنا البعد الظاهر والمطلوب البعد الحقيقي فيقتضي لذلك ان برصد ثلاثة اشخاص معاً واحد يقيس ارتفاع القمر فوق الافق والثاني يقيس ارتفاع النجم فوق الافق والثالث يقيس البعد بين النجم والقمر وتم الاقيسة في اللحظة الواحدة ليكن زم (شكل ٩٨) بعد القمر الظاهر عن سمت الراس اي متم الارتفاع الظاهر ولكون



شكل ٩٨

اختلاف القمر اكثر من الانكسار ابداً يكون مكانه الحقيقي اعلى من مكانه الظاهر اصلح الارتفاع الظاهر للاختلاف والانكسار واطرح المحاصل من ٩٠° فيكون لك البعد الحقيقي عن سمت الراس ولنفرضة زم وليكن زس متم ارتفاع الشمس او النجم الظاهر ولصغر اختلاف الشمس ولكون النجم عديم الاختلاف يكون الانكسار اعظم من الاختلاف فيها فيكون المكان الحقيقي اوطا من الظاهر فلنفرضة زس وليكن

م س البعد الظاهر بينهما فن م ز زس س م نستعلم الزاوية ر المشتركة بين المثلثين م زس م زس ثم من هذه الزاوية والضلعين م ز زس نستعلم البعد الحقيقي م س ثم من المنهاج نجد اي متى كان على هذا البعد في كرينويج فلنا من ذلك فرق الوقت بين المكانين

(٢٦١) ان هذه الطريقة كثيراً ما تستعمل في سلك البحر حيث لا يحتاج الى التدقيق الكلي ولا تصلح متى قصيد التدقيق لسبب لزوم الضبط الكلي في قياس البعد الظاهر بين الجرمين لان خطأ دقيقة واحدة في ذلك ينتج منه خطأ دقيقتين في الوقت =  $\frac{1}{4}$  اي ٣٠ ميلاً من الطول لان القمر يتحرك درجة تقريباً في كل ساعتين او دقيقة من القوس في دقيقتين من الوقت

(٢٦٢) بعد اختراع السلك البرقي اي التلغراف استُخدم لاجل استعمال فرق الوقت بين مكانين وبه استُعلم ايضاً سرعة حركة المادة الكهربائية وذلك باتفاق سابق بين مكانين من جهة وقت ارسال المادة فالاختلاف بين لحظة ارسالها ولحظة وصولها يدل على مدة مرورها وبذلك قد وجد ان المادة الكهربائية تتحرك ١٦٠٠٠ ميل كل ثانية

اذا سافر احد غرباً بطول يومه ساعة لكل ١٥° ويطول ٤ لكل درجة واذا سافر شرقاً بقصر يومه على هذا النسق تماماً فاذا تقدم غرباً الى ان يعود الى المكان الذي انطلق منه بكسب



يوماً كاملاً أي خامس الشهر مثلاً يكون عند الرابع منه والثلاثاء في المكان يكون عند الاثنين وبالعكس إذا سافر شرقاً فإذا التقى المسافران بعد الدوران الكامل يختلف وقتها يومين

### في المد والجزر

(٢٦٢) المد هو ارتفاع ماء البحر والجزر هبوطه وذلك يحدث في أوقات معينة متساوية ويحدثان في وقت واحد في الجهات المتقابلة من الأرض أي متى كان معظم المد في مكان يكون كذلك في الجهة المتقابلة من الأرض ويكون معظم الجذر على نصف البعد بينهما وبين مد ومد  $٢٥١٢$  أي أن حسبنا مدًا واحدًا دار حول الكرة يرجع إلى حيث انتقل منه  $٥٠$  بعد الساعة التي فيها كان هناك قبل وهذه الحركة تساوي حركة القمر اليومية تقريباً لأن اليوم القمري أي دوران القمر من الهاجرة إلى الهاجرة  $= ٢٥١٢٤$

معدل ارتفاع المد للكرة كلها  $= \frac{٢}{١٢}$  قدم تقريباً غير أنه لأسباب مكانية يرتفع في بعض الأماكن  $٦٠$  أو  $٧٠$  قدماً وفي البعض الآخر لا يشعر به أصلاً كما في البحر والبحيرات المحاطة بالبر كبحر قزوين وبحر آرال والبحر المتوسط

(٢٦٤) علة المد والجزر في عدم تساوي جاذبية القمر والشمس في أجزاء مختلفة من الأرض فالنصف المنحني نحو القمر يجذب أكثر من النصف المتقابل والماء على الجانب الأقرب بطبع تلك الجاذبية ويرتفع إلى ذلك الجانب والماء على الجانب الأبعد يجذب أقل من الأجزاء البعيدة نحو فكان تلك الأجزاء تسبق الماء ساقطة إلى نحو القمر فيرتفع الماء في ذلك الجانب أيضاً

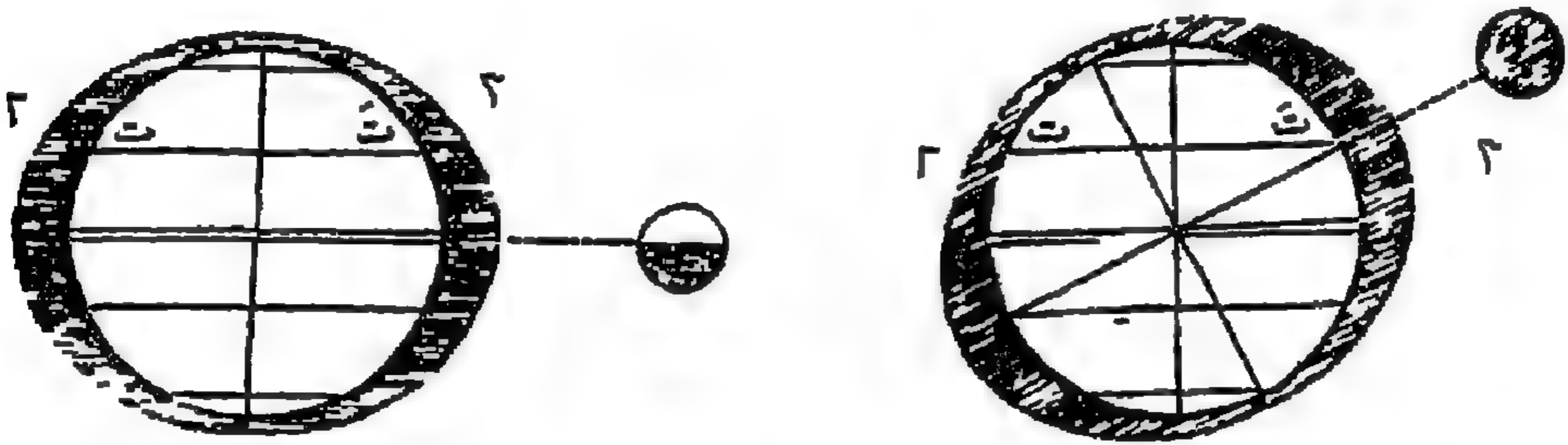
(٢٦٥) الجزء الأعلى من الماء سمي موج المد ولولا بعض الموانع لكان هذا الموج تحت القمر دائماً تابعة حول الكرة أما الماء فبسبب السكون لا بطبع الجاذبية حالاً وحركة الماء على قعر البحر وعلى الشواطئ تعين أيضاً على تأخير تأثير الجاذبية فيه ولذلك لا يحدث المد في مكان حتى بعد مرور القمر على هاجرته بعض الساعات ويختلف الوقت باختلاف الأماكن وأسبابها الموضعية

(٢٦٦) معدل بعد الشمس عن الأرض هو  $٢٧٣٢٢٣$  مرة بعد القمر عن الأرض وبذلك تقل جاذبيتها  $(٢٧٣٢٢٣)^٢$  أي  $١٢٩٣٧٥$  مرة غير أن مادة الشمس أكثر من مادة القمر على نسبة  $٢٥١٨٠٨٠٠ : ١$  وذلك أكثر كثيراً من نسبة  $١٢٩٣٧٥ : ١$  فكان يُظن أن جاذبية الشمس تفوق جاذبية القمر على نسبة  $٢٥١٨٠٨٠٠ : ١٢٩٣٧٥$  والأمريسي كذلك لأن معدل بعد الشمس عن الأرض هو  $١١٥٢٧$  مرة قطر الأرض والفرق بين بعدها عن جانب واحد من الأرض وعن الجانب المتقابل  $= \frac{١}{١١٥٣٧}$  من البعد كله والمد حاصل من عدم تساوي الجاذبية على جانبي الأرض

وكل ما زاد التفاوت بينها زاد المد الناتج وبالقلب . اما القمر فبعده ٣٠ مرة قطر الارض والفرق بين بعد عن جانب وبعد عن الجانب المقابل =  $\frac{1}{37}$  من البعد كله . فالفرق الذي عليه يتوقف ارتفاع موج المد اعظم باعتبار القمر بما هو باعتبار الشمس على نسبة ٥٨ : ٢٢ او  $\frac{1}{2}$  : ١ فالمد اذا نوعان شمسي وقمري

(٢٦٧) متى كان الشمس والقمر مقتربين او متقابلين تفعل جاذبيتها على خط واحد وعند التربعين يكون خط جاذبية القمر عمودا على خط جاذبية الشمس ولذلك يكون اعظم المد عند الاقتران والاستقبال اي كل شهر مرتين ولا يحدث ذلك في نفس وقت الاقتران والاستقبال بل بعدها ٢٦ ساعة للأسباب المذكورة سابقا

(٢٦٨) فعل الشمس والقمر في المد هو بالقلب كعكس البعد وتغير بعد الشمس فلما يؤثر في فعلها في المد لقلته بالنسبة الى بعدها ولكن تغير بعد القمر له تأثير كلي في فعله بالمد فنرى المد الحادث متى كان القمر في الاوج اعظم ما يحدث وهو في الحضيض فان اتفق وقوعه في الاوج عند الاقتران او الاستقبال يحدث مد عال جدا وان حدث ذلك عند الاعتدال يحدث اعلى امداد السنة



شكل ٩٩

(٢٦٩) ثم ان ميل القمر والشمس يؤثر كثيرا في المد فمتى كان القمر على خط الاستواء يكون اعلى المد هناك وفي الجهة المتقابلة ويكون اقصر جذر عند القطبين ما دام القمر على خط الاستواء (شكل ٩٩) فوضع عند ت او ت يكون اعظم مدته ت ٢ وت ٢ ومتى كان القمر في ميله الاعظم على جانب ت وت من خط الاستواء يكون عند ت او ت معظم المد ت ٢ متى كان القمر فوق الافق واقصر الجزر ت ٢ متى كان تحته وبالعكس متى كان ميله على الجانب الآخر من خط الاستواء (٢٧) المد والجزر في خلجان واخوار وانهار لا يحصلان من جاذبية القمر على مياهها نفسها بل من امواج تتوزع من موج المد الكبير المشار اليه سابقا ويسمى مدافرعيا والاول يسمى اصليا . (٢٧١) ان سرعة حركة تلك الامواج تختلف باختلاف الشطوط والعمق وجهة الجري وعرضه مثاله ان كان ١ و ٢ و ٣ و ٤ (شكل ١٠٠) الموج الكبير الاصلي مارا الى الغرب و ٢ و ٤ و



الخ الامواج الفرعية صاعدة في خليج او نهر فتداهما تسرع في الوسط وتتاخر عند الشطوط وعند الجزر ينعكس المجرى وعندما يلتقي الموج الكبير بماء نهر عظيم عند مصبه يرتفع الماء مثل حائط رفيع ويحصل من ذلك احيانا خطر جريل للسفن كما يحدث عند مصب نهر امازون ونهر الكنك وغيرها ومتى انتفت الرج وموج المدّ يرتفع اكثر مما كان لولا ذلك



شكل ١٠٠

(٢٧٢) اعلى المدّ يري في خليج فوندي في اسكونسيا الجديدة حيث يرتفع احيانا ٧٠ قدما وكذلك في مصب نهر سقرن بقرب مدينة برسنول حيث يرتفع ٧٠ قدما احيانا ويُعلل عن زيادة ارتفاع المدّ في خليج فوندي بالتقاء الموج الكبير الجاري شمالا من الاوقيانس الجنوبي بالموج الجاري جنوبا من الاوقيانس الشمالي

اما الجبرات والابحر المحاطة بالبرفليس لها مدّ وجزر يُشعر به (٢٧٣) فمن الامور العامة المتعلقة بالمدّ والجزر هذه السبعة

(١) في يوم توليد القمر يقطع القمر والشمس الهاجرة معا اي الظهر وبعد مرورهما بالهاجرة مدّة تختلف باختلاف الاماكن وثابتة في مكان مفروض ابداً يبلغ المدّ معظّمه وبعد ما يبلغ معظّمه ياخذ بالجزر وينتهي الى معظّم الجزر بعد ١٢ ساعة ثم يرتفع ايضا ١٢ ساعة فيبلغ معظّمه ثانية ثم يهبط ١٢ ساعة ثم يد ١٢ ساعة اي يبلغ معظّم الارتفاع مرتين كل ٢٤ ساعة و٤٨ ساعة وكذلك معظّم هبوط مرتين في ٢٤ ساعة فستى يوما مدّيا

(٢) يوم البدر يقطع القمر الهاجرة بعد الشمس ١٢ ساعة في نصف الليل فيصير المدّ والجزر كما

تقدم

(٣) الوقت يتبع حركة الشمس اليومية الظاهرة والمدّ الشمسي يحدث في مكان مفروض في ساعة واحدة ابداً اما المدّ القمري وهو الاعظم ولذلك يؤثر في كل روية المدّ والجزر فيتاخر كل يوم ٤٤ ساعة فينفصل عن المدّ الشمسي شرقا متاخرا وعند التربع الاول والثالث يحدث المدّ القمري عند الجزر الشمسي فارْتِفاع المدّ وانخفاض الجزر هو فضلة المدّ الشمسي والقمر فيحصل ما سمي المدّ القاصر

(٤) ارتفاع المدّ عن مساواة الماء وقت الجزر سمي شوط المدّ

(٥) مدّ الربيع الحادث ٢٦ ساعة بعد الاقتران والاستقبال اعظم من غيره شوطا



- (٦) اقصر المد هو الحادث ٢٦ ساعة بعد وقوع القمر في التربع
- (٧) المدة بين الظهر ومعظم المد هي في يوم التوليد ويوم البدر وتلك المدة سُميت قانون المرفأ
- ان سرعة موج المد مختلفة فلو غطى الماء كل سطح الارض على حدٍ سوى لكنت السرعة نحو ١٠٠٠ ميل ونيف كل ساعة اي  $7926 \times 1410 + 248$  ولا يبلغ هذه السرعة في مكان على الشاطئ غير انه قد يبلغها في الاوقيانس الجنوبي

|  |           |
|--|-----------|
| في عرض ٦٠ جنوبي سرعة   | ٦٧٠ ميلاً |
| في الاوقيانس الاثلاثيكي                                      | ٧٠٠ ميل   |
| بين الجزائر الغربية وايرلاندا                                | " ٥٠٠     |
| وفي بعد المحال ١٦٠ وفي البعض ٦٠ وفي البعض ٣٠ ميلاً في الساعة |           |

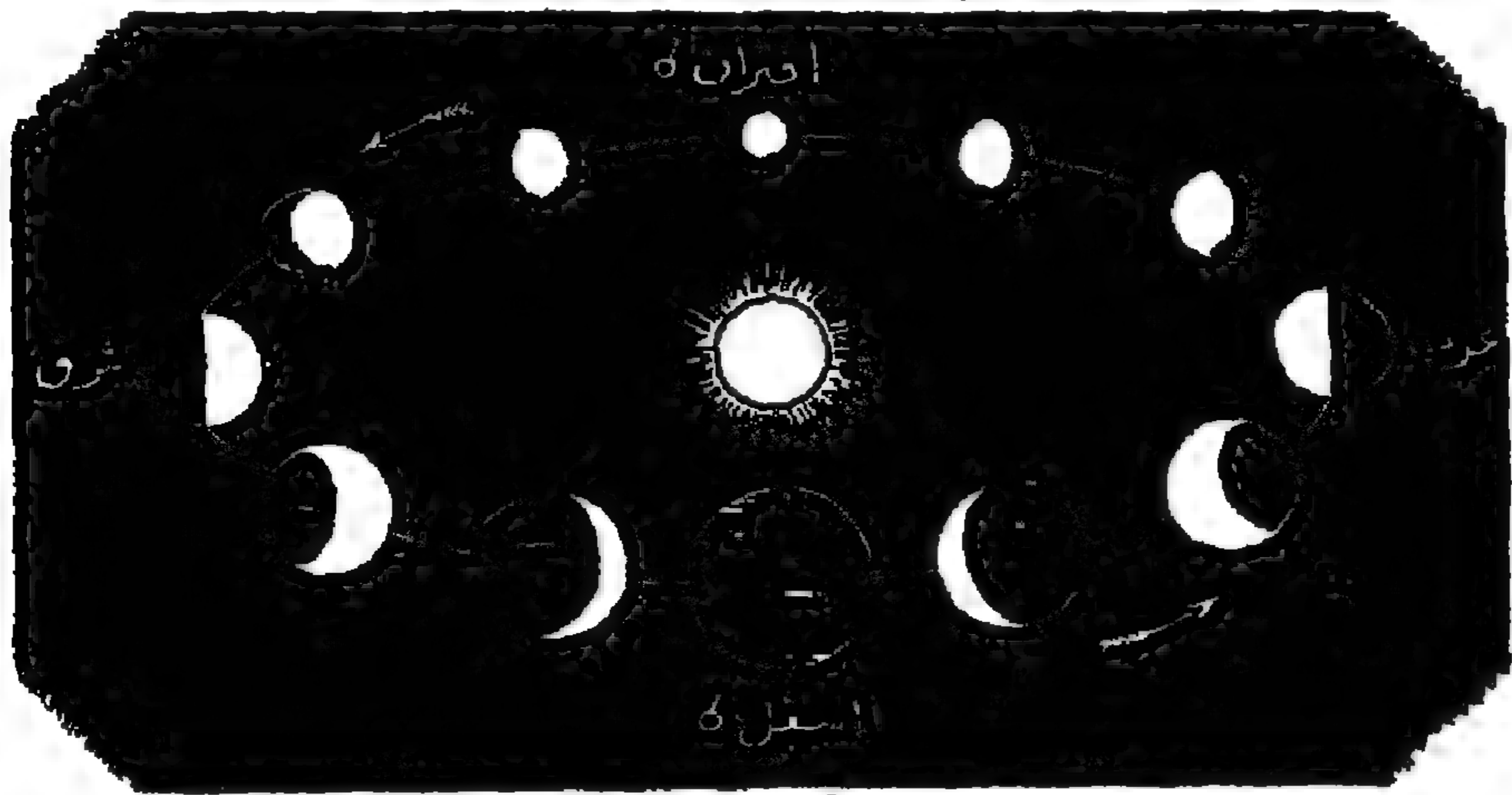
## الفصل التاسع

### في السيارات مطلقاً وفي السيارات السفلى خاصة

(٢٧٤) السيارات اجرام مظلمة تستمد نورها من الشمس وتدور حولها على مسافات مختلفة في مذات مختلفة وبينها تفاوت عظيم جرمًا وكثافةً وسُميت سيارات لا تنقلها من موضع الى موضع في القبة السماوية فتتغير مواقعها بين النجوم منها بسرعة ومنها ببطء خلاف النجوم الثابت التي لا تتغير مواقعها بنسبة بعضها الى بعض الا بعد اقران كثيرة وقد انقسمت السيارات الى قسمين وهما السيارات السفلى والسيارات العليا اما السفلى فهي التي افلاكها داخل فلك الارض وهي ثلاثة فلكان وعطارد والزهره واما العليا فهي التي افلاكها خارج فلك الارض وهي خمسة المریخ والمشتري وزحل واورانوس ونبتون فجملة السيارات الكبار مع الارض تسعة وبين فلك المریخ وفلك المشتري اجرام كثيرة صغيرة تدور حول الشمس ايضاً كل واحد في فلكه سُميت الشبهات بالسيارات وسُميت ايضاً النجيمات وقد انكشف منها ١٢٥ جرمًا وهي تحت زيادة لان عددها الحقيقي غير معروف

ولبعض السيارات اقمار تدور حولها وتدور معها حول الشمس فللارض قمر واحد والمشتري اربعة اقمار ولزحل ثمانية ولاورانوس اربعة على الاصح ولنبتون قمر فجملة الاقمار ١٨ فكل هذه الاجرام اي  $9 + 18 = 27$  جرمًا معروفًا مع النجيمات المعروفة الى الآن  $125 + 27 = 162$  مع الشمس

يتألف منها ما سُمِّي في عرف علماء الهيئة النظام الشمسي  
وكل هذه الاجرام تتحرك من الغرب الى الشرق في دورانها حول الشمس الا اقمار اورانوس  
ونبتون . اما النجوم المعروفة فتتحرك من الغرب الى الشرق ايضاً غير ان سطوح افلاكها مائلة على  
سطح دائرة البروج اكثر من سطوح افلاك السيارات الكبار فقد بلغ ميل فلك بعضها على سطح دائرة  
البروج ٢٤ فلكون المحركة من الغرب الى الشرق بين البروج هي الغالبة سُميت حركة مستقيمة  
والمحركة من الشرق الى الغرب سُميت متعقبة  
اما الناظر الى هذه الاجرام من الشمس فيراها جميعاً تدور من الغرب الى الشرق بين البروج  
ابداً خلاف الناظر اليها من الارض فانه يراها تارة تتقدم بين البروج من الغرب الى الشرق واخرى  
تتقهقر من الشرق نحو الغرب كما سيأتي بيانه



شكل ١٠١

اما السيارات السفلى فلا ترى الا الى جهة الشمس والعلية ترى تارة الى جهة الشمس واخرى  
في الجهة المتقابلة من السماء فللسيارات الاعلى اقتران <sup>٢</sup> واستقبال <sup>١</sup> اما السيارات السفلى فله اقتران  
فقط فتى كانت الارض على جانب واحد من الشمس والسيارات على الجانب المتقابل منها قيل انه في  
الاقتران الاعلى ومتى كان بين الارض والشمس قيل انه في اقتران اسفل وبعد عن الشمس شرقاً او  
غرباً اي الزاوية الحادثة بين خط من مركز الارض الى مركز الشمس واخرى الى مركز السيارة سُميت  
تباينة فتى كان الى شرقي الشمس يغيب بعدها فيكون نجم الغروب ومتى كان الى غربيها يشرق قبلها  
فيكون نجم الصبح ومتى كان في الاقتران الاعلى يكون كل وجهه المنور نحو الارض فيكون بدرًا ومتى  
كان في الاقتران الاسفل يكون هلالاً وكل ذلك يتضح من شكل ١٠١

السيارات الاسفل بين معظم تباينها شرقاً ومعظم تباينها غرباً بتحريك حركة متعقبة مارة على الاقتران  
الاسفل وبين معظم تباينها غرباً ومعظم تباينها شرقاً بتحريك حركة مستقيمة مارة على الاقتران الاعلى



ومتى توسط بين الارض والشمس تماماً يقع ظلة على سطح الشمس فتُرى نقطة سوداء تعبر على قرص الشمس وهذه الروية سُميت عبوراً

ومن الامور التي تشترك فيها كل السيارات

- (١) تدور حول الشمس الى جهة واحدة اي من الغرب الى الشرق اي الى عكس حركة عقرب الساعة لناظر على الجانب الشمالي من دائرة البروج
- (٢) افلاكها هليجات غيراتها لا تختلف كثيراً عن دوائر
- (٣) افلاكها مائلة على دائرة البروج وتقطعها في نقطتين متقابلتين سُميتا العقدتين فنصف فلك السيار الى شمالي فلك الارض والنصف الآخر الى جنوبي
- (٤) هي اجرام مظلمة تُرى بواسطة نور الشمس المنعكس منها البنا
- (٥) تدور على محاورها مثل الارض كما يعلم في اكثرها بالرصد ويقاس المجهول على المعروف فلها نعاقيت الليل والنهار غير ان ايامها تختلف عن ايامنا طولاً
- (٦) على موجب قواعد الجاذبية حركتها اسرع في الاقسام من الافلاك الاقرب الى الشمس وابطا في الاقسام البعيدة عن الشمس اي اسرع عند نقطة الراس وابطا عند نقطة الذنب وكل السيارات خاضعة لقواعد كيبلراي

- (١) تدور في هليجات والشمس في احد المحترقين
- (٢) القطر الحامل يمر على مساحات متساوية في اوقات متساوية
- (٣) مربعات المدات تناسب كموب معدل الابعاد اي اذا انقسمت مربعات المدات على كموب معدل الابعاد يكون الخواارج متساوية كما يُرى من هذه القائمة والفرق بين الكميات في العمود الرابع هو من خطأ في الرصد وقد تُركت فيها الفاصلة الدالة على الكسور العشرية

| سيار    | معدل بعد $a$ | مدات $p$          | $\frac{p^2}{a^3}$ |
|---------|--------------|-------------------|-------------------|
| فلكان   | $0.143$      | $12^{\circ}7$     | ١٢٢٧١٦            |
| عطارد   | $0.38710$    | $87^{\circ}969$   | ١٢٣٤٢١            |
| الزهرة  | $0.72332$    | $224^{\circ}701$  | ١٢٣٤١٣            |
| الارض   | $1.00000$    | $365^{\circ}256$  | ١٢٣٤٠٨            |
| المريخ  | $1.52369$    | $687^{\circ}979$  | ١٢٣٤١٠            |
| سيرس    | $2.77762$    | $1679^{\circ}800$ | ١٢٢٢١٠            |
| المشتري | $5.20277$    | $4332^{\circ}080$ | ١٢٢٢٩٤            |



| سيار    | معدل عدد $a$ | مئات $p$  | $\frac{r_p}{r_a}$ |
|---------|--------------|-----------|-------------------|
| رُحل    | ٩°٥٢٨٧٨      | ١٠٧٥٩°٢٢٠ | ١٢٢٤٠١            |
| اورانوس | ١٩°١٨٢٣٩     | ٢٠٦٨٦°٨٢١ | ١٢٢٤٢٢            |
| نتون    | ٢٠°٠٣٦٨٠     | ٦٠١٢٦°٧١٠ | ١٢٢٤٠٥            |

وهذه القاعدة تصح أيضا في الأقمار كما ترى من قوائمها هذه

قائمة اقمار زُحل

| مياس     | $a$   | $p$   | $\frac{r_p}{r_a}$ |
|----------|-------|-------|-------------------|
| ميلاس    | ٢°٢٦  | ٩°٤   | ٢٢٧٦٢             |
| انكيلادس | ٤°٢١  | ١°٢٧  | ٢٢٤٤٢             |
| تتيس     | ٥°٢٤  | ١°٨٨  | ٢٢٢١١             |
| ديوني    | ٦°٨٤  | ٢°٧٣  | ٢٢٢٨٩             |
| رهبيا    | ٩°٥٥  | ٤°٥١  | ٢٢٢٥٢             |
| نبتان    | ٢٢°١٤ | ١٥°٩٤ | ٢٢٤١٢             |
| هيريون   | ٢٨°٠٠ | ٢١°٢٩ | ٢٠٦٤٨             |
| باينوس   | ٦٤°٢٦ | ٧٩°٢٢ | ٢٢٦٠٦             |

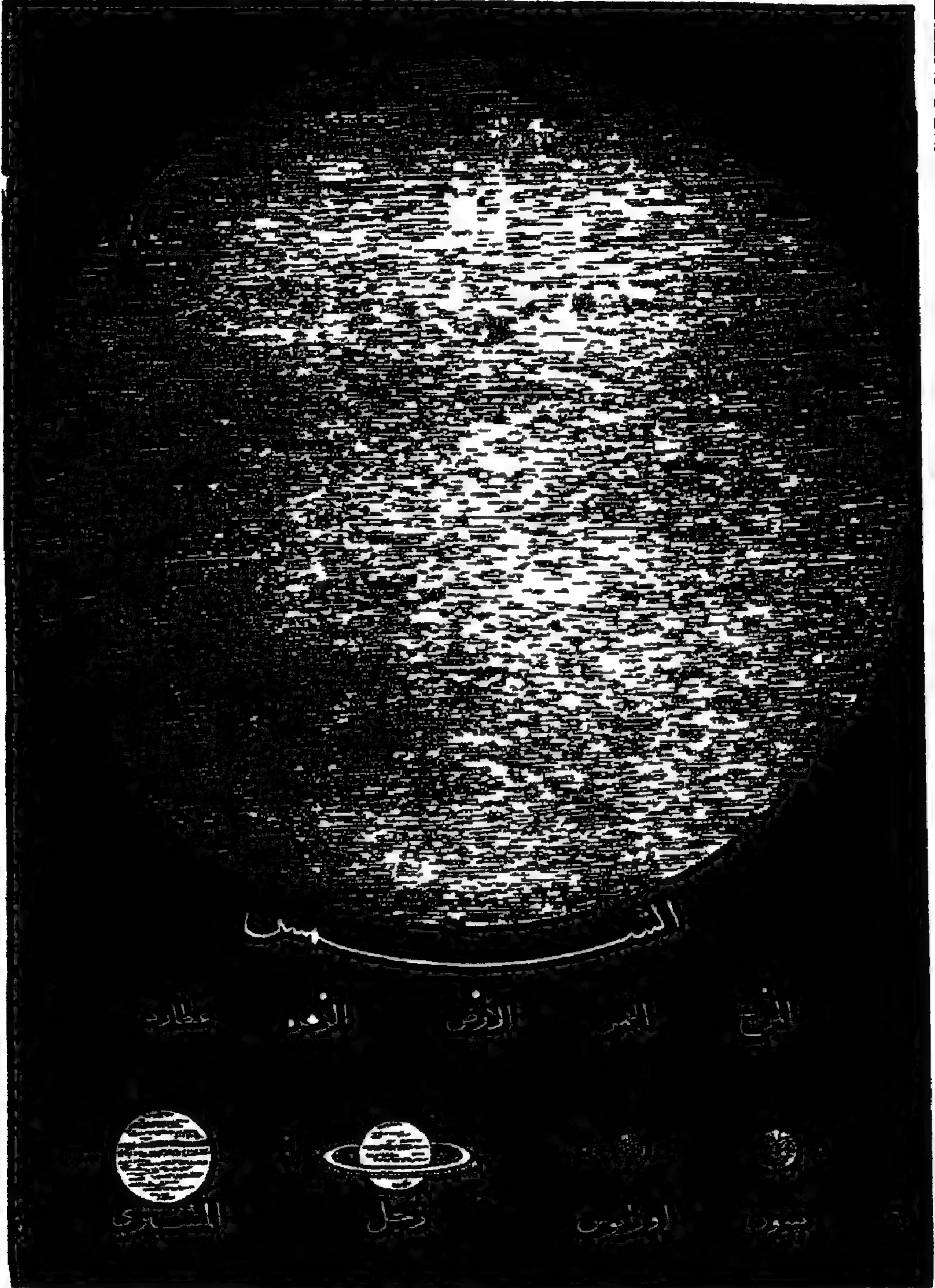
اقمار المشتري

|   | $a$   | $p$   | $\frac{r_p}{r_a}$ |
|---|-------|-------|-------------------|
| ١ | ٢°٠٥  | ١°٧   | ١٤١٤٧             |
| ٢ | ٩°٦٢  | ٢°٥٥  | ١٤١٥٦             |
| ٣ | ١٥°٢٥ | ٧°١٥  | ١٤١٢٥             |
| ٤ | ٢٦°٩٩ | ١٦°٦٩ | ١٤١٦٨             |

اقمار اورانوس

|   | $a$   | $p$   | $\frac{r_p}{r_a}$ |
|---|-------|-------|-------------------|
| ١ | ٧°٤٤  | ٢°٥٢  | ١٥٤٢٠             |
| ٢ | ١٠°٢٧ | ٤°١٤  | ١٥٢٧٠             |
| ٣ | ١٧°٠١ | ٨°٧١  | ١٥٤١٤             |
| ٤ | ٢٢°٧٥ | ١٢°٤٦ | ١٥٢٨٧             |

اما نسبة السيارات بعضها الى بعض جرمًا معين على صورتها ما قيل في ذلك في آخر  
المحدود (الطبعة ١٢)



شكل ١٢ اقدار الشمس والساكنات واصحابها السنة

قد اشتهر نود من برلين في سنة ١٧٧٨ قاعدة كشمها نيبوس من وتمرج وقد أطلق عليها قانون

بود اتساباً للذي اشهرُ أولاً وهو هذا

خذ السلسلة الهندسية

٠ ٣ ٦ ١٢ ٢٤ ٤٨ ٩٦ ١٩٢ ٣٨٤

اضف الى كل عدد ٤ واقسم على ١٠ فتصير

٤ ٧ ١٠ ١٦ ٢٨ ٥٢ ١٠٠ ١٩٦ ٣٨٨

فهذه الاعداد تدل على ابعاد السيارات عن الشمس بالتقريب اي امثال نصف قطر فلك الارض في بعد كل سيار كما يرى من هذه القائمة

| سيار    | بعد عن ☉ الحقيقي | بعد حسب قانون بود |
|---------|------------------|-------------------|
| عطارد   | ٣٨٧              | ٤ او ٤٠٠          |
| الزهرة  | ٧٢٣              | ٧ " ٧٠٠           |
| الارض   | ١٠٠٠             | ١٠ " ١٠٠٠         |
| المريخ  | ١٥٢٣             | ١٦ " ١٦٠          |
| سيرس    | ٢٧٦٦             | ٢٨ " ٢٨٠          |
| المشتري | ٥٢٠٣             | ٥٢ " ٥٢٠          |
| زُحل    | ٩٥٣٩             | ١٠٠ " ١٠٠٠        |
| اورانوس | ١٩١٨٣            | ١٩٦ " ١٩٦٠        |
| نبتون   | ٣٠٠٣٧            | ٣٨٨ " ٣٨٨٠        |

ولما اشهر بود هذا القانون لم يكن قد انكشف احد النجوم واذا لاحظ الخلاء بين ١٦ و ٥٢ انبأ بكشف سيار في المسافة بين المريخ والمشتري . . معظم الحلل في هذا القانون هو في بعد نتون كما ترى من القائمة ولعل ذلك من خلل في رصد السيار وخلاصة هذا القانون هي ان المسافة بين سيارين هي مضاعف المسافة بين المتواليين الاسفلين ونصف المسافة بين المتواليين الاعلىين

فقد انقسمت السيارات بمجموعة النجوم الى قسمين الاول القسم الداخلي اي عطارد والزهرة والارض والمريخ والثاني القسم الخارجي اي المشتري وزُحل واورانوس ونتون ومن اوجه الاختلاف بين القسمين هذه الثلاثة

- (١) سيارات القسم الاول لا اقار لها ما عدا الارض ولكل من سيارات القسم الثاني اقار
- (٢) نسبة معدل كثافة القسم الاول الى كثافة القسم الثاني :: ٥ : ١ تقريباً



(٢) معدّل طول يوم القسم الأوّل اي مدّة دوران هذه السيارت على محورها اطول من يوم القسم الثاني فمعدّل يوم القسم الأوّل ٢٣ ٥٩ ٤٥ ٥٠ و معدّل يوم القسم الثاني ٢٠ ٥٨ ٣٠ ٥٠

| اسم       | مادة   | كثافة | ثقل نوعي |
|-----------|--------|-------|----------|
| ☉ الشمس   | ٢٥٤٠٠٠ | ٠.٢٥  | ١.٤      |
| ♂ عطارد   | ٠.١٢   | ٢.٧٨  | ١١.٠     |
| ♀ الزهرة  | ٠.٨٨   | ٠.٩٧  | ٥.٢      |
| ⊕ الارض   | ١.٠٠   | ١.٠٠  | ٥.٥      |
| ♂ المريخ  | ٠.١٢   | ٠.٧٢  | ٢.٩      |
| ♃ المشتري | ٢٢٨.٠٣ | ٠.٢٤  | ١.٢      |
| ♄ زحل     | ١٠١.٠٦ | ٠.١٢  | ٠.٧      |
| ♅ اورانوس | ١٤.٧٦  | ٠.١٥  | ٠.٨      |
| ♆ نبتون   | ٢٤.٦٥  | ٠.٢٧  | ١.٥      |

## افطار الشمس والسيارات وجرمها

| ☉ الشمس   | قطر   | قطر ظاهر | جرم            |
|-----------|-------|----------|----------------|
| ٨٥٢٥٨٤    | ٢٢    |          | ١٢٤٥١٢٠        |
| ♂ عطارد   | ٢٩٥٠  | " ٨      | $\frac{1}{19}$ |
| ♀ الزهرة  | ٧٨٠٠  | " ١٧     | $\frac{9}{10}$ |
| ⊕ الارض   | ٧٩١٢  |          | ١              |
| ♂ المريخ  | ٤٥٠٠  | " ٦      | $\frac{1}{6}$  |
| ♃ المشتري | ٨٩٠٠٠ | " ٣٧     | ١٤٠٠           |
| ♄ زحل     | ٧٩٠٠٠ | " ١٦     | ١٠٠٠           |
| ♅ اورانوس | ٢٥٠٠٠ | " ٤      | ٨٦             |
| ♆ نبتون   | ٢١٠٠٠ | " ٣      | ٦٠             |

فُيَرى من هذه القائمة ان نسبة

قطر المشتري : قطر الارض :: ١ : ١١ تقريباً  
 " زحل : " الزهرة :: ١ : ١٠  
 " اورانوس : " المريخ :: ١ : ٨

|             |             |         |              |
|-------------|-------------|---------|--------------|
| قطر نبتون : | قطر عطارد : | ١٠ ::   | ١٠ : تقريباً |
| المجتمع :   | المجتمع :   | ١٠ ::   | ١ : "        |
| الشمس :     | المشتري :   | ١٠٠٠ :: | ١ : "        |
| الشمس :     | الكل :      | ٧٠٠ ::  | ١ : "        |

ومن الامور الاتفاقية المستعملة الاعتبار في هذه الاجرام

(١) انة اذا ضرب قطر الارض (٧٩١٢ ميلاً) في ١.٨ = ٨٥٤٤٩٦ =  $\pm$  قطر الشمس امبالاً

(٢) اذا ضرب قطر الشمس (٨٥٢٥٨٤)  $\times$  ١.٨ = ٩٢٠٧٩٠٧٢ =  $\pm$  معدل بعد

الارض عن الشمس

(٣) اذا ضرب قطر القمر (٢١٦٠) ميلاً  $\times$  ١.٨ = ٢٢٢٢٨٠ =  $\pm$  معدل بعد القمر

عن الارض

بعد السيارات عن الشمس

| اسم     | معظم       | اقرب       | معدل       |
|---------|------------|------------|------------|
| عطارد   | ٤٢٦٦٥٥٦٠   | ٢٨١١٩٧١٦   | ٢٥٢٩٢٦٢٨   |
| الزهرة  | ٦٦٥٨٥٩٤٧   | ٦٥٦٧٧٠٠٩   | ٦٦١٢١٤٧٨   |
| الارض   | ٩٢٩٦٥٤٨٩   | ٨٩٨٩٤٩٥١   | ٩١٤٣٠٢٢٠   |
| المريخ  | ١٥٢٢٨٢٩٢٦  | ١٢٦٢٤٠٥١٦  | ١٢٩٢١٢٢٢٦  |
| النبيات |            |            | ٢٤٥٠٠٠٠٠٠  |
| المشتري | ٤٩٨٦٠٢٧٦٨  | ٤٥٢٧٨٢٥٢٠  | ٤٧٥٦٩٢١٤٩  |
| زحل     | ٩٢١١٠٥٠٢٧  | ٨٢٢١٦٤١٢٩  | ٨٧٢١٢٤٥٨٢  |
| اورانوس | ١٨٢٥٧٠٠٨٢٥ | ١٦٧٢٠٠١٢٧٩ | ١٧٥٢٨٥١٠٥٢ |
| نتون    | ٢٧٧٠٢١٧٢٤٤ | ٢٧٢٢٢٢٥١٢٠ | ٢٦٤٦٢٧٢٢٢٢ |

دوران السيارات النجمي واليومي

| اسم    | دوران نجمي اشهرًا | دوران نجمي ايامًا | حركة يومية معدل | دوران على المحور |
|--------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| عطارد  | ٣ اشهر            | ٨٧٩٦٩             | ٤° ٥' ٢٢"       | ٢٤° ٩١' ساعة     |
| الزهرة | ٧ ١/٢ "           | ٢٢٤° ٧٠'          | ١° ٢٦' ٧"       | ٢٢° ٢٥' "        |
| الارض  | ١ سنة             | ٣٦٥° ٢٥٦'         | ٠° ٥٩' ٨"       | ٢٤° ٠٠' "        |
| المريخ | ٢ "               | ٦٨٦° ٩٨٠'         | ٠° ٢١' ٢٦"      | ٢٤° ٦٦' "        |

| اسم      | دوران نجمي اشهرًا | دوران نجمي ايامًا | حركة يومية معدّل | دوران على المحور |
|----------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| النجميات | " ٤ ١/٢           |                   |                  |                  |
| المشتري  | " ١٢              | ٤٢٣٢' ٥٨٥         | ٠ ٤' ٥٩"         | ٩٢٣ ساعة         |
| زُحل     | " ٢٩              | ١٠٧٥٩' ٢٢٠        | ٠ ٢' ٠٥"         | " ١٠' ٤٨         |
| اورانوس  | " ٨٤              | ٣٠٦٨٦' ٨٢١        | ٠ ٠' ٤٢"         |                  |
| نبتون    | ١٦٤               | ٦٠١٢٦' ٧١٠        | ٠ ٠' ٢١"         |                  |

## فلكان

(٢٧٥) منذ نحو ١٥ سنة كان لا قريبر في اصطناع زيج لعطارد فوجد خطأ في حركة نقطة الرأس المحسوبة له قبل وزعم ان ذلك الخطأ لا يُعَلَّل عنه إلا بان جرم الزهرة هو أكبر من الجرم المحسوب لها او بوجود سيار فلكه داخل فلك عطارد منه اضطراب حركات عطارد واعلن فكه هذا في خريف سنة ١٨٥٩ ولما اشتهر هذا الرأي تقدم طيب من مقاطعة ابورولوار في فرنسا اسمه لسكار بولت وقال انه في تلك السنة نفسها في ٢٦ اذار رأى جرمًا يمر على قرص الشمس زعم انه سيار ولكنه لم ينجس على اشهار ما رآه حتى برأه ثانية واخبر عن كيفية ظروف نظره اياه فزاره لا قريبر وقرّره واقنع بانه قد شاهد مرور سيار على قرص الشمس ومن رصد لسكار بولت حسب لا قريبر مبادي السيار بالتقريب

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| طول العقدة الصاعدة                 | ١٢' ١٥"       |
| ميل فلكه                           | ١٢' ١٠"       |
| نصف المحور الاطول ( $1 = \oplus$ ) | ١٤٣' ٠"       |
| حركة يومية شمسية                   | ١٨' ١٦"       |
| مدة دوران حول الشمس                | ١٩' ٦٧"       |
| معدّل بعده عن الشمس                | ٠٨٣٠٠٠ ١٣ ميل |
| قطر الشمس الظاهر منه               | ٢' ٢٦"        |
| معظم تباينه                        | ٨'            |

وفي ٢٠ اذار سنة ١٨٦٢ كان المعلم لومس في منشستر يرصد الشمس بين الساعة ٨ و ٩ صباحًا فرأى نقطة مستديرة سريعة الحركة تمر على قرص الشمس ووجه نظر واحد من اصحابها اليها وبعد ما رصدها نحو ٢٠ دقيقة التزم ان يترك الرصد ولكنه لم يشك في كون تلك النقطة سيارًا قطره



الظاهر نحو  $\gamma$  وفي  $20^\circ$  مرَّ على نحو  $12^\circ$  من القوس ومن هنا الرصد حسب مبادي فالس وراو

رادو

فالس

طول العقدة الصاعدة

$2^\circ 52'$

ميل فلكه

$10^\circ 21'$

$144^\circ$

$122^\circ$

طول المحور الاطول ( $\oplus = 1$ )

$18^\circ 5'$

$20^\circ 23'$

حركة يومية شمسية

$19^\circ 23'$

$17^\circ 12'$

مدة

$12174000$

$12076000$

معدل البعد عن الشمس

من طول العقدة الشمسي نرى ان عبوره اذا حدث يحدث بين  $25^\circ$  اذار و  $10^\circ$  نيسان عند العقدة النازلة وبين  $27^\circ$  ايلول و  $14^\circ$  تشرين الاول عند العقدة الصاعدة وقد شوهدت في تلك الاوقات نقطة سوداء تمر على قرص الشمس مراراً كثيرة

### عطارد ☿

(٢٧٦) معدل بعدك من الشمس  $25312000$  ميل ومدة دورانه حول الشمس  $88$  ايام  
 $87^\circ 23' 10''$  قطره  $2962$  ميلاً. دورانه على محوره في  $24^\circ 21' 10''$  اي  $24^\circ 5' 30''$   
 وثقله النوعي  $11.3$  ومباينة فلكه  $20.5^\circ$  فيكون معظم بعدك عن الشمس  $4266000$  ميل  
 واقربه اليها  $28119000$  ميل وقطره الظاهر عند الاقتران الاعلى  $4.5''$  وعند الاقتران  
 الاسفل  $12.4''$  وعند معظم تباينه نحو  $\gamma$  وفضله قطره التطبي والاستوائي  $\frac{1}{3}$  وميل فلكه على دائرة  
 البروج  $\gamma$

(٢٧٧) ان هذا السيار يكون فلكه داخل فلك الارض يظهر ابداً الى جهة الشمس ولا  
 يبعد عن الشمس اكثر من  $28^\circ 48'$  وبسبب مباينة فلكه يختلف معظم تباينه بين  $28^\circ 48'$   
 و  $16^\circ 12'$  فيظهر في جهة الغرب بعد الغروب قليلاً او في الشرق قبل الشروق قليلاً وفي الجهات  
 الشمالية والجنوبية حيث بطول الشفق فلما برى عطارد بالنظر المجرد ولا يرى ابداً الا متى كان  
 بقرب معظم تباينه وبرى بالنظارة ولو كان بقرب الشمس

ليكن ي (شكل ١٠٢) الارض ولنفرضها ثابتة في موضعها قليلاً ولتكن اس ب د فلك  
 عطارد وش الشمس وب ش أ الثوابت فتري الشمس عند ش بين الثوابت ومتى كان عطارد  
 عند ب برى عند ب وفي مروره من ب الى د وا يظهر كانه مر من ب الى آ ثم عند ا فلائه

سائر فحول الارض يظهر كانه ثابت مدة عند ا وفي مروره من ا الى ب يظهر كانه مر من آ الى ب اي على حركة متقهرة وعند ب يثبت قليلاً لانه سائر عن الارض ولكون الشمس عند ش يمر عليها السيار بحركته المستقيمة والمتقهرة ومتى كان عند س فهو في الاقتران الاسفل اي متى كان السيار بين الشمس والارض وعند د الاقتران الاعلى اي متى كان في الجهة المتقابلة من فلكه والشمس بينه وبين الارض ومتى كان عند ب او ا قيل انه في معظم تباينه ومتى كان في الاقتران الاعلى فحركته مستقيمة ومتى كان في الاسفل فحركته متقهرة ولو كانت الارض ساكنة حسب ما فرضنا لبان السيار ثابتاً مدة عند تباينه الاعظم



شكل ١٠٢

(٢٧٨) وتغير رؤية هذه الحركات بحركة الارض في فلكها الى نفس جهة حركة عطارد اي من الغرب الى الشرق كما يتضح من شكل ١٠٤ وعطارد بدور فحول اربع مرات حول الشمس بينما تدور الارض مرة واحدة حولها فمن ذلك تطول قوس الحركة المستقيمة وتقصّر قوس الحركة المتقهرة



شكل ١٠٤

الظاهرة . فلنفرض الارض عند ا وعطارد عند ف فيرى بين النجوم عند ل وبينما تمر الارض الى ب يمر عطارد على الاقتران الاسفل ويصل الى غ ويظهر عند م فكانه انهم من ل الى م . وبينما

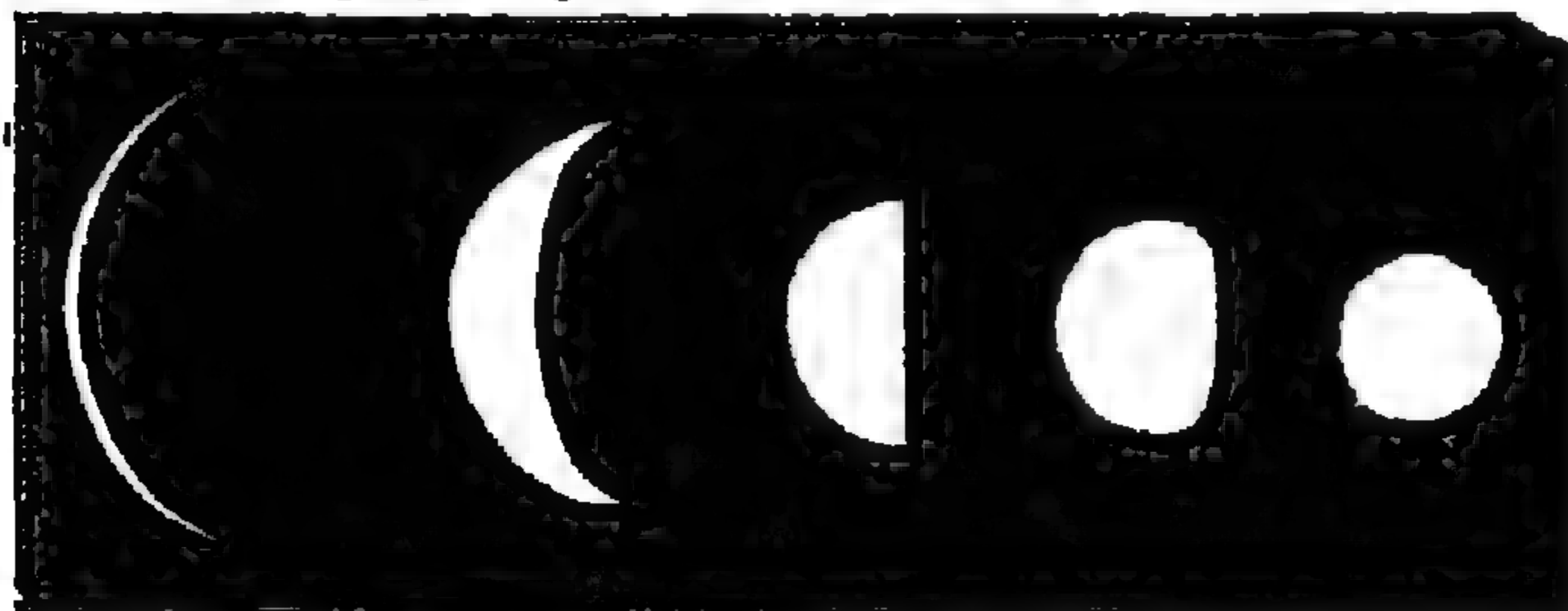
تمر الأرض الى س يكون عطارد قد مر في القوس غ ك ح فيكون في الاقتران الاعلى عند ن  
وبينما تمر الأرض الى د يدور عطارد من ح الى ف الى غ فينتقدّم بين النجوم الى ر ثم بينا تمر الأرض  
الى ي يمر عطارد من غ الى ك فيظهر كأنه تحرك من ر الى ق ثم يأخذ بالتقدّم ايضاً وهلمّ جرّاً  
اي ب بحركة الأرض تطول قوس الحركة المستقيمة وتقصّر قوس الحركة المنهرة وقوس التمهّر  
تتغير بين  $22^{\circ}$  و  $15^{\circ}$  و  $44^{\circ}$

(٢٧٩) لو كانت الأرض ثابتة كما فُرض شكل ١٠٢ لظهر السيار ثابتاً وهو عند ا وب حيث  
يلاقي دائرة ماسان من الأرض ولكن حركة الأرض تقرب نقطة الثبات نحو الاقتران الاسفل  
قليلاً. لانه لا يظهر ثابتاً الا اذا عدلت حركة الأرض حركة السيار المنعكسة وتلك النقطة عندما  
يبلغ تبايه  $15^{\circ}$  او  $20^{\circ}$  حسبا يكون السيار اقرب الى نقطة الرأس او نقطة الذنب من فلكه

(٢٧٠) دوران سيار القانوني هو المدة بين اقتران واقتران من نوع واحد اي بالنسبة الى  
الأرض لا بالنسبة الى نجم ما ومدة دوران عطارد القانوني هي ١١٦ يوماً اي نحو شهر اطول من دورانه  
النجمي الذي هو ٨٧ يوماً ٢٢ ساعة و  $15^{\circ}$  و  $42^{\circ}$ . ومباينة فلكه نحو  $\frac{1}{2}$  اي اكثر من مباينة فلك  
الأرض التي هي  $\frac{1}{3}$  فيكون الفرق بين المحور الاطول ومنضمو  $\frac{1}{6}$  من اكبرها فقط وميل فلكه على  
دائرة البروج  $7^{\circ}$  كما تقدم وحركته اليومية نحو ٢٤٠٠٠٠٠ ميل كل يوم اي ١٠٠٠٠٠ ميل كل  
ساعة ونحو ٢٨ ميل كل ثانية



شكل ١٠٥ عطارد بين الاقتران الاعلى والاسفل اي بعد الغروب



شكل ١٠٦ عطارد بين الاقتران الاسفل والاعلى اي قبل الشروق

(٢٧١) عند الاقتران الاسفل س شكل ١٠٢ يتجه نحو الأرض جانب السيار المظلم فيكون  
مثل القمر في الحاق وعند الاقتران الاعلى د يرى كل وجهه المنور وبين ماتين النقطتين يظهر ملاملاً



او نصف وجهه واكثر مثل القمر (شكل ١٠٥ و ١٠٦) اما معظم نوره فليس عند الاقتران الاعلى لزيادة  
بعده حيث لا عند الاقتران الاسفل لكون وجهه المظلم متجهاً نحونا حيث لا بل بين معظم تباينه والاقتران  
الاعلى متى كان بينه وبين الشمس نحو ٢٢ اما نسبة قطر الظاهر في الاقتران الاسفل اليه في الاعلى :: ١ : ٢ ١/٣  
قد تقدم ان قطر عطارد يعدل نحو ١/٢ معدل قطر الارض فنسبة مساحة سطح الارض الى  
مساحة سطح عطارد :: ١ : ١٤ ونسبة جرمها الى جرمه :: ١ : ٥٢ ونسبة مادتها الى مادته  
:: ١ : ٦٥.

(٢٧٢) بعد سيار اسفل عن الشمس يُستعلم بقياس تباينه الاعظم. مثاله ان كان عند ع  
(شكل ١٠٧) فلنا ش ص ع و ص ع ش قائمة وش ص معروف فنستعلم ش غ ويتكرر  
الرصد في مواضع مختلفة من فلكه نستعلم هيئة فلكه.

(٢٧٣) قد يتفق عند الاقتران الاسفل ان عطارد بتوسط بين الارض والشمس فيعبر على  
وجه الشمس وبرى على سطحها على هيئة نقطة سوداء. ولو وافق سطح فلكه سطح دائرة البروج لحدث  
هذا العبور عند كل اقتران اسفل وبما انه مائل عليه ٧ لا يحصل الا اذا  
كان السيار بقرب العقدة عند الاقتران بحيث يكون بعداً عن دائرة البروج  
اقل من نصف قطر الشمس الظاهري اقل من ١٦' وحد العبور ٢' ١٠'  
عن العقدة والعقدتان واقعتان في النسم من دائرة الارض الذي تمر به في  
ث ١ وبارفلا يحدث عبور عطارد الا في هذين الشربين وبالاكثر في ث ٢  
لان السيار حيث لا اقرب الى الشمس. وللعقدتين تنهز من جهة موضعها فعلى  
نمادي السنين يتغير شهر العبور



(٢٧٤) بينما تدور الارض ١٢ دورة من عقدة الى عقدة يدور عطارد

٥٤ دورة تقريباً فكل ١٢ سنة يعود الجرمان الى النسبة الاولى بينهما موقعاً. شكل ١٠٧

واقصر المرات بين عبور وعبور عند العقدة الواحدة ٧ سنين فيها يدور عطارد ٢٩ دورة تقريباً و ٧  
+ ٢ = ٢ ١/٢ اي ربما يحدث عبور عند العقدة الاخرى بعد ٢ ١/٢ سنين

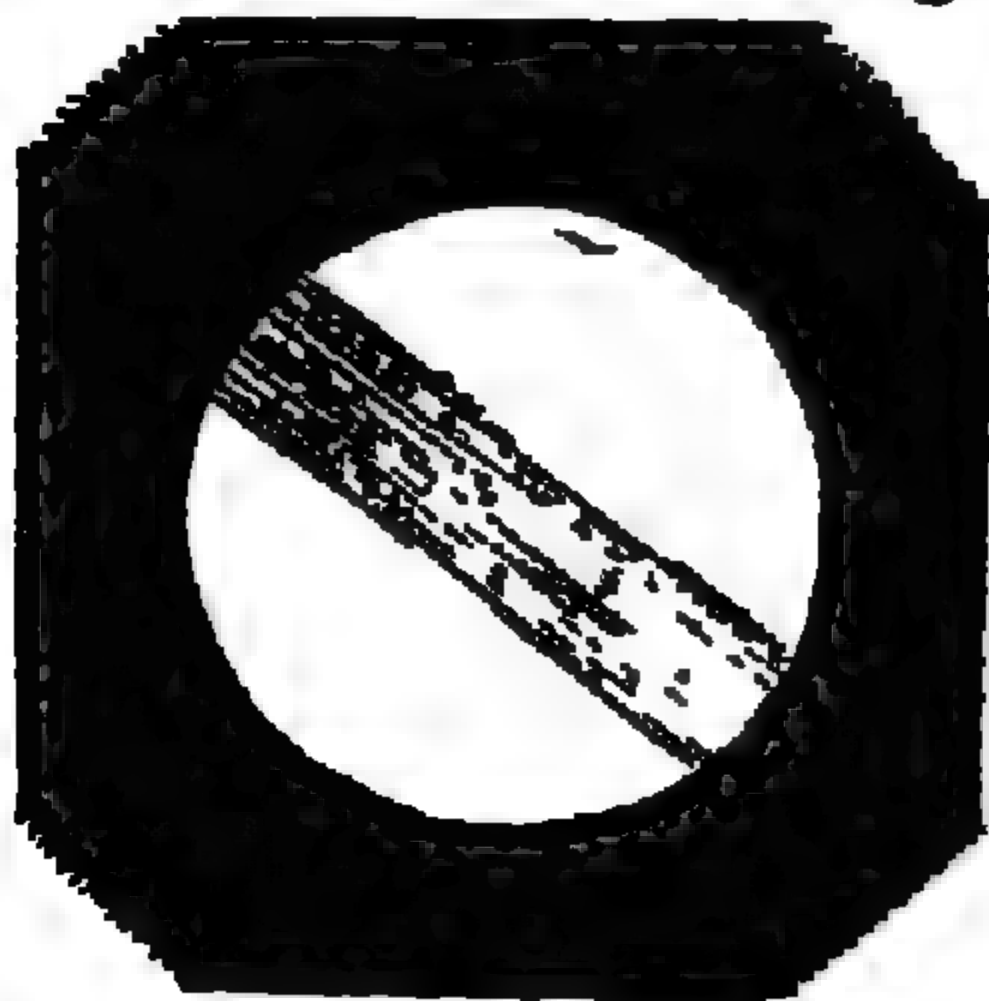
افرض

ع = مرار دوران الارض

ع = " " السيار

س = طول سنة الارض النجمية

س = " " السيار



شكل ١٠٨ منطقة استوائية على عطارد

فلنا  $ع س = ع س$ 

(٥٦)

$$و ح = \frac{ع}{س} = \frac{ع}{س}$$

ومدة الأرض ٣٦٥٢٥٦ يوماً ومدة عطارد ٨٧<sup>٩٧</sup> يوماً فحسب معادلة (٥٦) لنا

$$\frac{٢٢}{١٣٧} \frac{١٢}{٥٤} \frac{٧}{٢٩} \text{ الخ أي يحدث عبور عند العقدة الواحدة كل } ٧ \text{ و } ١٢ \text{ و } ٢٢ \text{ الخ سنة}$$

أما حد العبور فيستعلم هكذا

ليكن  $ي$  قوساً من دائرة البروج (شكل ١٠٩) و  $و$  قوساً من فلكالسيار و  $ع$  العقدة و  $ص$  ف تباينالسيار عند الماسة  $= \frac{١}{٢} ق الشمس + \frac{١}{٢} ق$ السيار فيكون  $ص ع$  حد العبورافرض  $ص ع$  ف أي ميل فلك السيار  $= م$ ص  $=$  "  $ص$  فو  $ص ع =$  حد العبور  $= ح$ فلنا في المثلث القائم الزاوية  $ص ع ف$ 

$$\frac{١}{٢} ق \times ج ص = ج م \times ج ح \text{ أي}$$

(٥٧)

$$\text{جيب ح} = \frac{ح ص}{٢ ح}$$

و  $ص = \frac{١}{٢} ق الشمس + \frac{١}{٢} ق السيار +$  اختلاف الأفقي  $\frac{١}{٢} ق الشمس$  كما تقدم في

الكسوف

وبما أن  $ص$  كمية متغيرة وم كذلك فقيمة  $ح$  متغيرة

حدث عبور عطارد ث ١١ سنة ١٨٦١ و ٤ ث ٦٨ وسجد ث ٧ ٨١ و ٩ ث ٩١ سنة ٩١

و ث ١٠ سنة ٩٤

أما مدة العبور فتختلف كثيراً وقد تدوم ٨ ساعات

(٢٧٥) عند عبور عطارد برى ظلّه على سطح الشمس دائرة تامة ومن ثم يظهر أنه غير مسطح

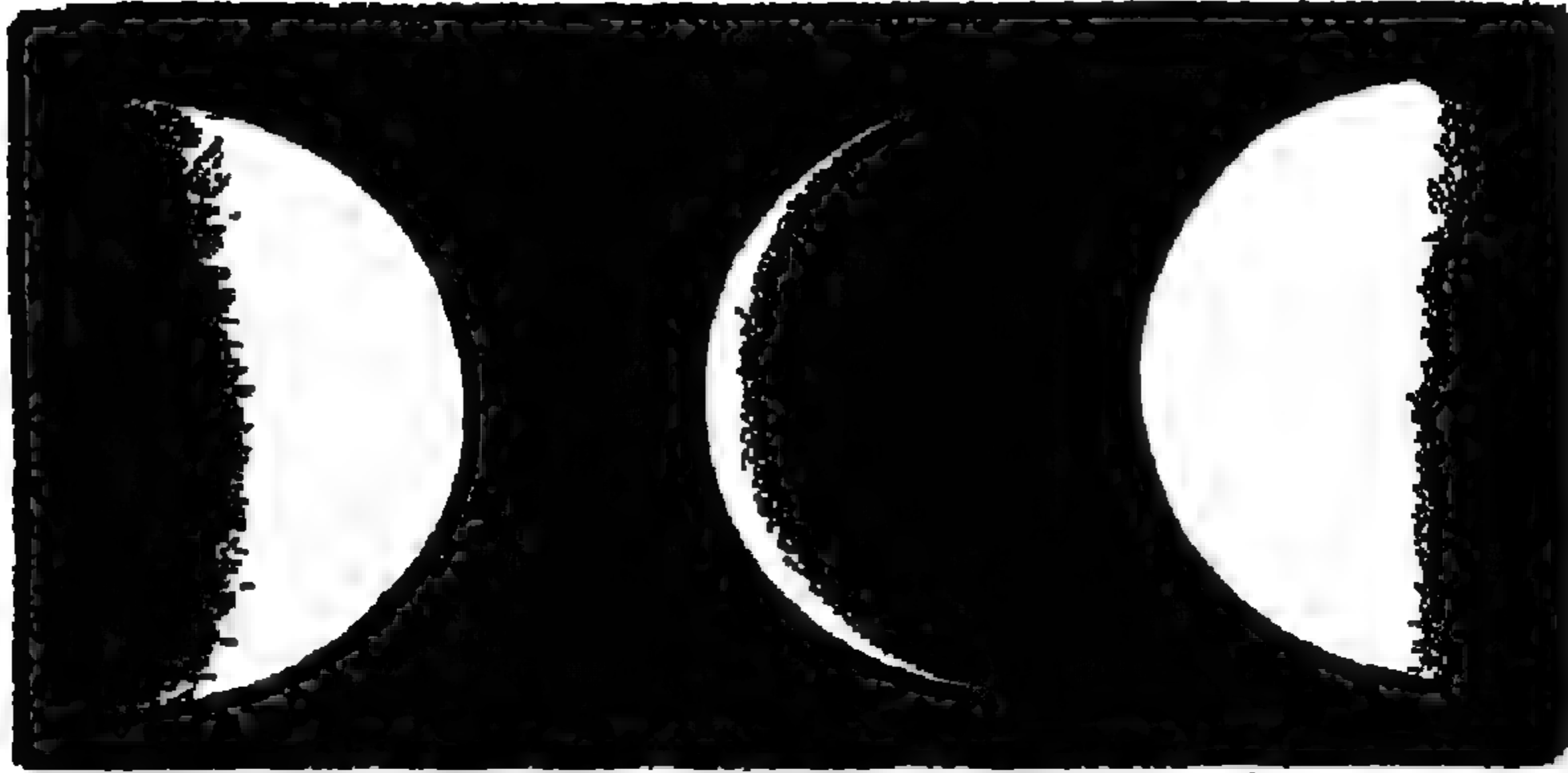
عند قطبيّ خلاف الأرض وقبل هو  $\frac{١}{٢٩}$  والخط الفاصل بين الجزء المنور والمظلم غير مستقيم مثل

الخط الفاصل في القمر (شكل ١١٠) وذلك دليل على عدم استواء سطحه وقد حسب بعضهم ارتفاع

بعض جباله ١١ ميلاً والنور يقل تدريجاً نحو الخط الفاصل وذلك دليل على وجود كرة هوائية فيه

(٢٧٦) من شدة النور عند عطارد بعسر معرفة ميل محوره على سطح فلكه وقد عيّن ذلك

بعضهم ٧٠ غير ان الامر لم يؤكد (ميل محور الارض على دائرة البروج =  $66\frac{1}{4}$ ) فميل سطح فلكه على خط الاستوائي = ٢٠ وقال بعضهم ان ميله اكثر من ذلك كثيراً وعلى ذلك يكون اختلاف فصوله عظيماً جداً



شكل ١١٠ رؤى عطارد القرن المجنولي اثير

متى كان اقرب الى الشمس فتور وحرارته من الشمس  $\frac{1}{10}$  امثال نور الارض وحرارتها وعند البعد الابعد يقلان اكثر من نصف مقدارها وكل فصل من فصوله نحو ٢ اسابيع فان كان فيه حياة تكون على غير هيئة الحياة على الارض نباتية كانت او حيوانية غير انه قد يمكن ان تتلطف الحرارة والنور بواسطة هوائ الكروي. فان رؤوس جبال حملايا المكسية ثلوجاً موبدة هي اقرب الى الشمس من سهول هندستان المحرقة. اما كثافته فمضاعف كثافة الارض وتعديل كثافة الذهب تقريباً ولكن من صغره تكون الجاذبية على سطحه ما هي على سطح الارض فتخف الاوزان على سطحه على هذه النسبة

بما انه ليس لعطارد قمر معروف فمعرفة مادته عسرة وقد حسبها البعض من فعله في نجم ذبى ذنب معروف بذنب انكي فكانت حسب انكي  $\frac{1}{4170701}$  من الشمس وحسب لاقربيه  $\frac{1}{4248000}$  وحسب لثرو  $\frac{1}{302081}$  وحسب ميدلر  $\frac{1}{417033}$  لاستعلام موقع هذا السيار يعتمد على زيج لاقربيه

### الزهرة ♀

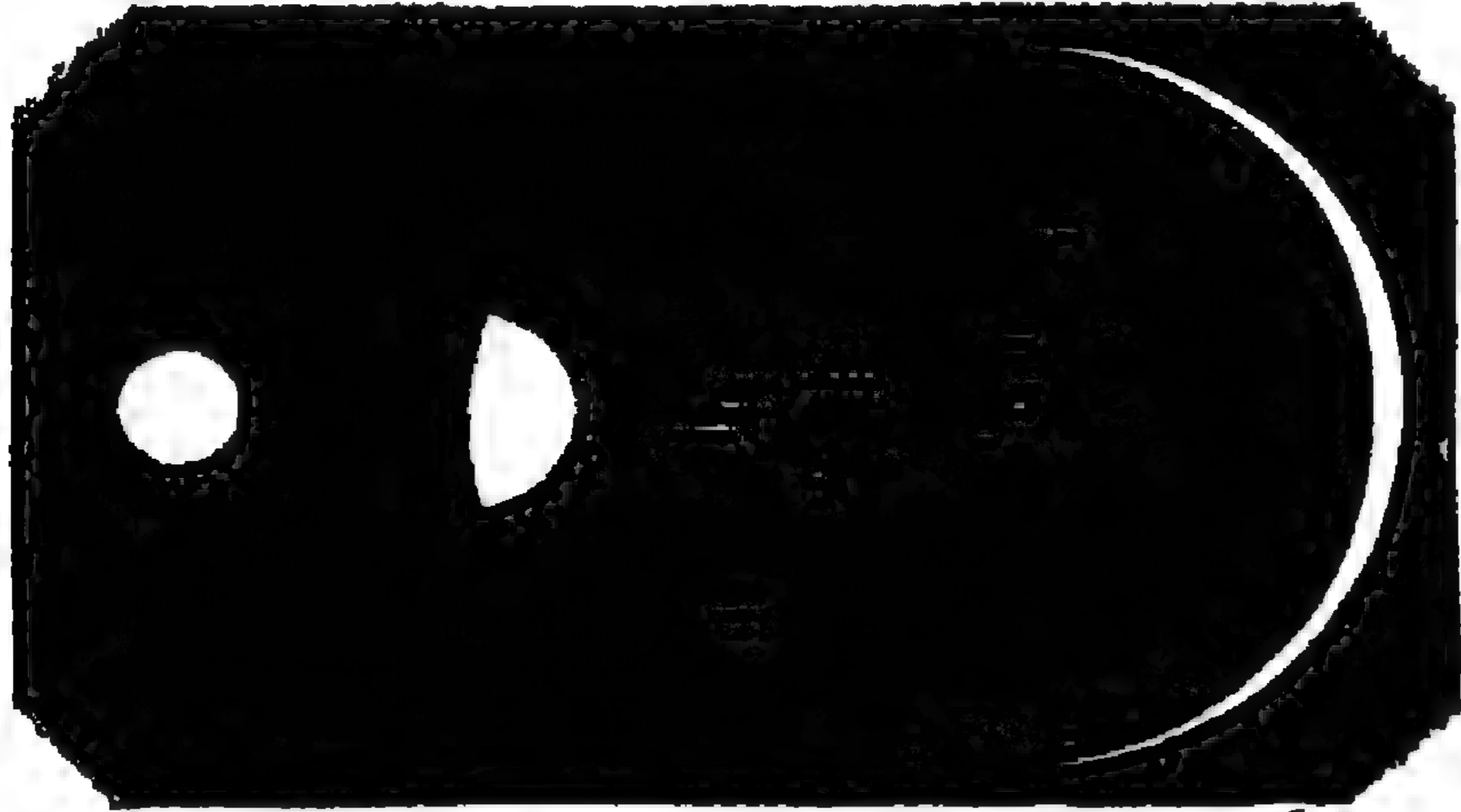
(٢٧٧) معدل بعدها عن الشمس ٦٦١٤١٠٠٠ ميل ولقلة مباينة فلكها اي ٦٠٠٠ لا يختلف بعدها عن الشمس كثيراً فبعدها الابعد ٦٦٥٨٥٠٠٠ والاقرب ٦٥٦٧٧٠٠٠ ومدة دورانها  $\frac{1}{7}$  اي ٢٢٤ ١٦ ٩ ٨ ٨ وقطرها الظاهر عند الاقتران الاعلى ١٧ ٢٠ وعند الاسفل ٦٦ ٥ وعند معظم تباينها نحو ٢٥ ومعدله ١٧ ٥٥ وحسب بعضهم ١٦ ٩٤٤ فقطرها الحقيقي



٧٥١٠ أميال ويومها  $23^{\circ}25'$  ساعة وثقلها النوعي  $5^{\circ}2'$  ولا يعرف مقدار التسطح عند القطبين  
أما حركاتها فمثل حركات عطارد أي حركة مستقيمة ومتتهقرة ومعظم تباينها  $47^{\circ}15'$  ومدتها  
النجمية لا تفرق عن مدة الأرض النجمية إلا قليلاً فتطول بذلك مدتها القانونية  $\frac{1}{2}$  سنة تقريباً أي  
 $23^{\circ}25'$  يوماً فتكون نحو  $292$  يوماً إلى شرقي الشمس ومثل ذلك إلى غربيها أي تكون نعم الصبح  
ونعم الغروب  $292$  يوماً على التعاقب

فبعد تهقرها من ل إلى م (شكل ١٠٤) تتحرك بالاستقامة  $\frac{1}{2}$  دورة قبل الحركة التمهنية  
الثانية من ر إلى ف

للزهرة رؤية مثل رؤية عطارد من جهة كونها هلالاً وبدراً ولها أيضاً اقتران أسفل وأعلى غير  
أن قطرها الظاهري هلال ٦ مرات ونصف قطرها وهي بدر لان بعدها عن الأرض عند الاقتران  
الأسفل  $23000000 - 66000000 = 27000000$  ميل وعند الاقتران الأعلى  $23000000 + 66000000 = 89000000$  ميل ومعظم نورها هو متى كان تباينها  $40^{\circ}$  أي بين التباين الأعظم  
والاقتران الأسفل وإذا ذلك فقد تشاهد طول النهار



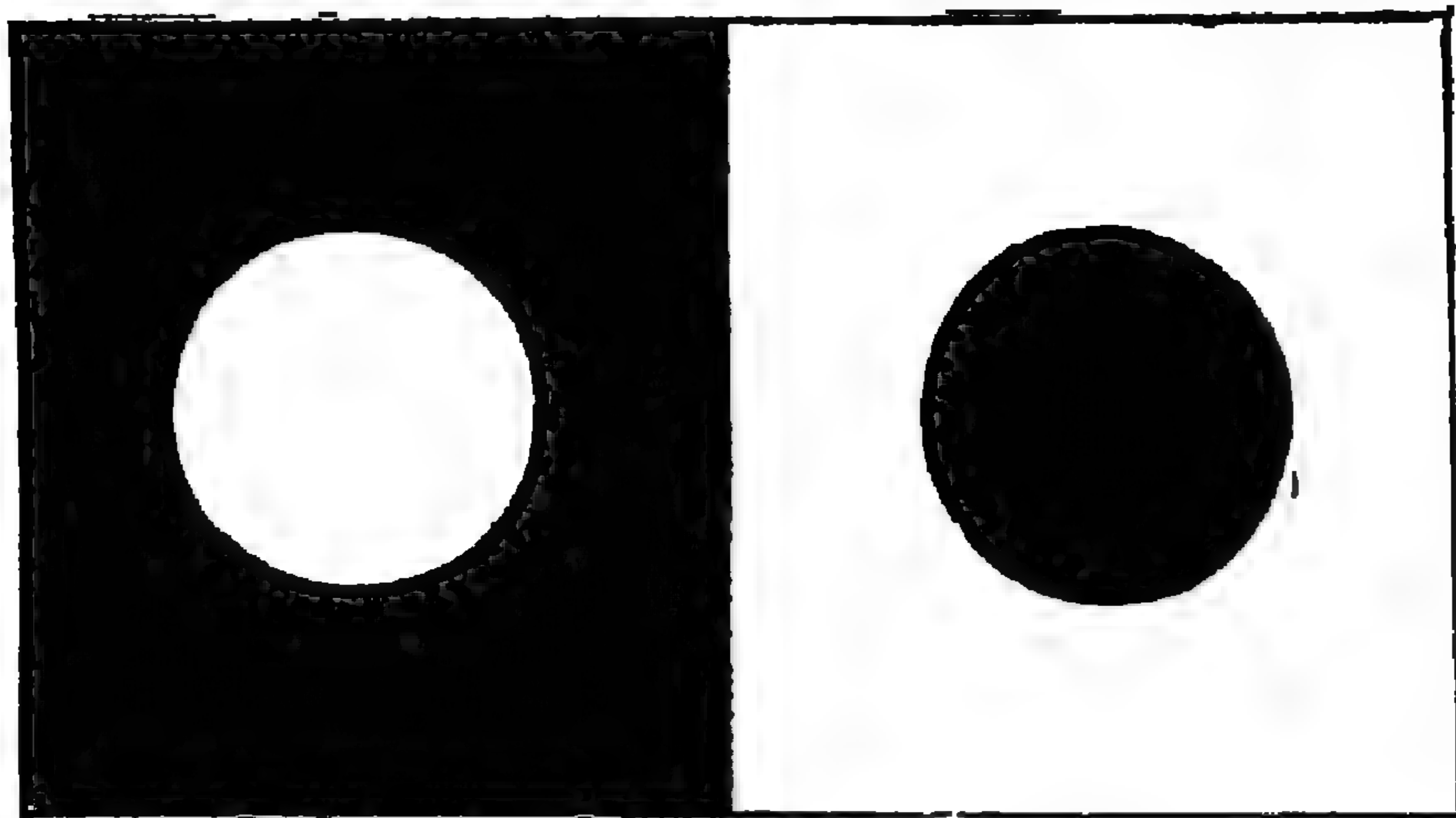
شكل ١١١. الزهرة في الاقتران الأسفل وفي التربع والاقتران الأعلى

(٢٧٨) اقتران الزهرة والشمس يقع في مكان واحد من السماء كل ثماني سنين لان مدتها  
القانونية  $= 584$  يوماً ومدتها النجمية  $= 224^{\circ}7'$  يوماً فلنا

$224^{\circ}7' : 260^{\circ} :: 584 : 235^{\circ}6' =$  قوس الطول الذي تمر به الزهرة بين اقتران  
واقتران اطرح  $230^{\circ}$  أي دورتين كاملتين يبقى  $215^{\circ}6'$  أي مقدار تقدم الاقتران الثاني على الأول  
فإذا في خمس دورات قانونية أو  $2920$  يوماً تكون نقطة معينة من دائرتها قد تقدمت  $215^{\circ}6'$   
 $5 \times 260 = 1300$  فإذا في نهاية خمس دورات قانونية أي  $2920$  يوماً  $= 8$  سنين يعود  
الاقتران إلى النقطة التي كان فيها قبل ثماني سنين فتعود رؤياها من الأرض على نسق واحد في

كل ٨ سنين تقريباً

في شكل ١١٢ القرص الاسود على قدر الابيض تماماً والايض بالظاهر اكبر وذلك من الاشعاع يو يظهر جسم منور اكبر ما هو حقيقة فالقسم المنور من القمر ومن الزهرة يظهر كأنه قطعة من كرة اكبر من كرة القسم المظلم فيكبر بذلك القطر الظاهر لكل جرم نير عن حقيقته



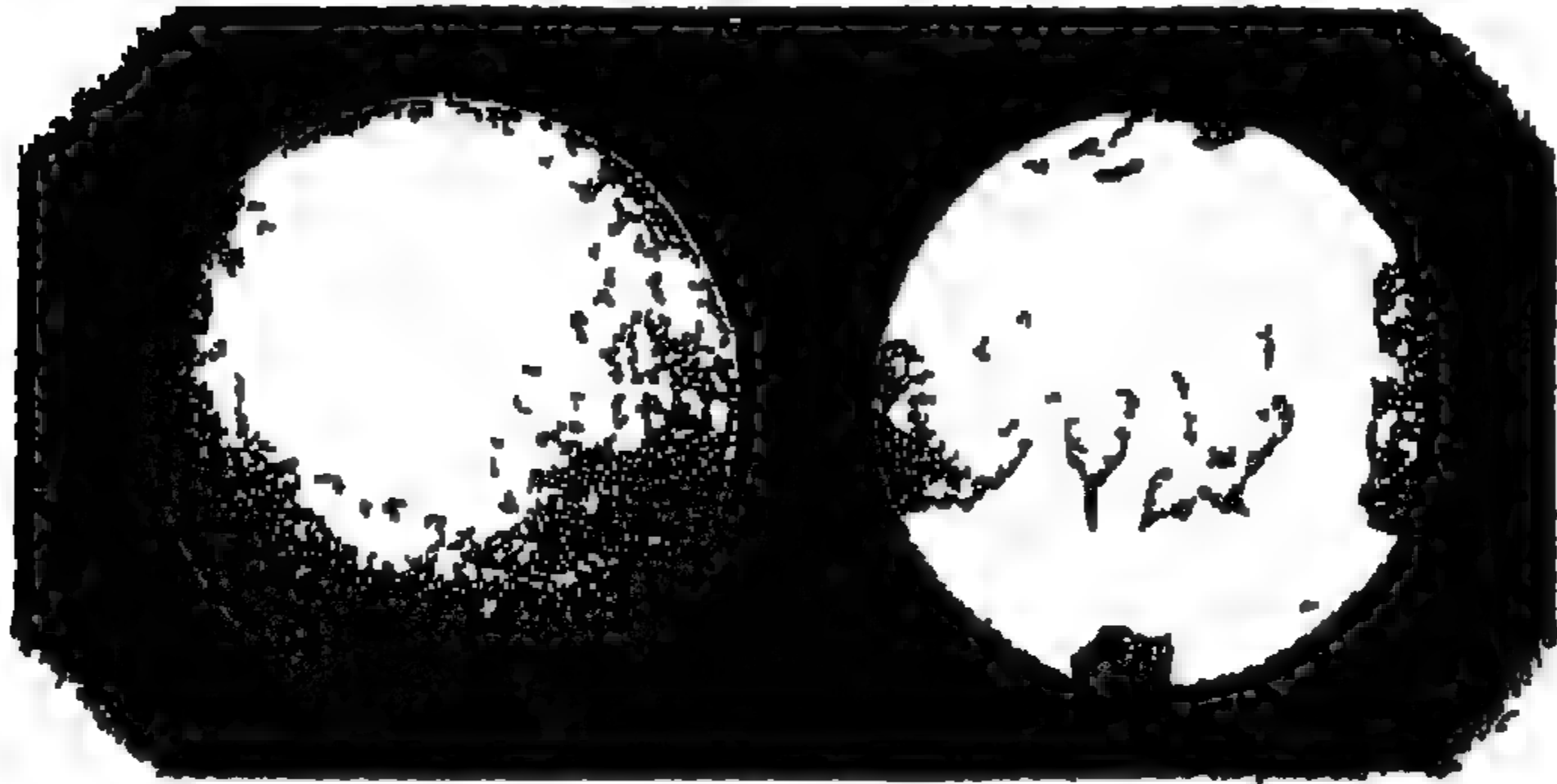
شكل ١١٢ فعل الاشعاع في قدر جرم الظاهر

(٢٧٩) عبور الزهرة على وجه الشمس

ميل دائرة الزهرة على دائرة البروج نحو  $\frac{1}{2}^\circ$  والشمس تمر على العقدتين في شهر حزيران وشهر كانون الأول فيقع العبور في هذين الشهرين كل ما دارت الزهرة ١٢ دورة تدور الارض ٨ دورات تقريباً فاذا حدث عبور عند عقدة يحدث ايضاً عند تلك العقدة بعد ٨ سنين . ولا تنصف هذه المدة كما في دوران عطارد حتى يستعمل وقت العبور عند العقدة الاخرى لان ٨ عدد شفع و ١٢ وتر فاذا نصفناها لنا ٤ دورات للارض و  $\frac{1}{6}$  للزهرة فيكونان في جهتين متقابلتين من الشمس . اما ٢٢٥ سنة = ٢٨٢ دورة للزهرة اكثر تقريباً فعبور عند عقدة يكرر عند تلك العقدة بعد ٢٢٥ سنة ولكن نصف هذه المدة لا يدل على حدوث عبور عند العقدة الاخرى للسبب المذكور اعلاه

(٢٨٠) في ٢٢٧ سنة (اي ٢٢٥ - ٨) ٢٦٩ دورة للزهرة الا  $\frac{1}{6}$  يوم فينتظر تكرار عبور عند عقدة ما كل ٢٢٧ سنة وعند نصف هذه المدة ينتظر عبور عند العقدة الاخرى لانه بعد  $\frac{1}{6}$  دورة للارض و  $\frac{1}{6}$  للزهرة تكونان على جانب واحد من الشمس وهذه المدة اي  $\frac{1}{6}$  اذا اضيف اليها ٨ سنين او طرح منها ٨ سنين تعين عبورين آخرين فتكون المدة بين عبورين وعبور غالباً ٨ و  $\frac{1}{5}$  و  $\frac{1}{6}$  و  $\frac{1}{12}$  و  $\frac{1}{24}$  كما يرى ما حدث او سيحدث بين سنة ١٥١٨ و ٢٠٠٤

|   |        |      |               |
|---|--------|------|---------------|
| ٥ | حزيران | ١٥١٨ |               |
| ٢ | "      | ١٥٢٦ | بعد ٨ سنين    |
| ٤ | ك'     | ١٦٢٩ | " ١١٢ ١/٢ سنة |
| ٥ | حزيران | ١٧٦١ | " ١٢١ ١/٢ سنة |
| ٣ | "      | ١٧٦٩ | " ٨ سنين      |
| ٨ | ك'     | ١٨٧٤ | " ١٠٥ ١/٢ سنة |
| ٦ | ك'     | ١٨٨٢ | " ٨ سنين      |
| ٧ | حزيران | ٢٠٠٤ | " ١٢١ ١/٢ سنة |



شكل ١١٣ قدر الأرض والزهرة السي

(٢٨١) لعبور الزهرة اعتبار كلّي عند علماء هذا الفن لانه يستعمل اختلاف الشمس الافقي الذي مئة تتوصل الى معرفة بعد الأرض عن الشمس ومن ثم بقاعدة كلر الى بعد السيارات جميعاً ولذلك رُصد بكل تدقيق في أماكن كثيرة سنة ١٧٦٩ فالواسطة لاستعلام الاختلاف الافقي المذكور أعلاه (ع ٢٢) بجمل خطأ ٤" ولذلك لا يُعتمدُ به في القمر الذي اختلافه = ١" تقريباً ولكن ٤" هي مقدار نصف اختلاف الشمس الافقي كلاً

(٢٨٢) لما كان فلك الزهرة بين فلك الأرض والشمس فبسبب قربها يختلف موقعها باختلاف مكان الناظر على سطح الأرض كما تقدم في القمر وان حدث عبور يختلف موقع الزهرة على وجه الشمس باختلاف مقام الناظر وفي عبور سنة ١٧٦٩ رُصد من ورد هوس في لاندلاند ومن طحيني جزيرة من جزائر جنوبي البحر المحيط وكيفية استعلام اختلاف الشمس الافقي من عبور الزهرة ننضح من شكل ١١٤

• ليكن ص (شكل ١١٤) الشمس و الزهرة ي الأرض فناظر عند ا يرى الزهرة عدأ وناظر عند ب براها عند ب ويجوز ان يُحسب ب و ا و متساويين وكذلك وبّ و آ فالمثلثان اوب آ وبّ متشابهان ولما ا و : آ :: اب : آ ب ونسبة ا و : آ معروفة لان مدة السيارات

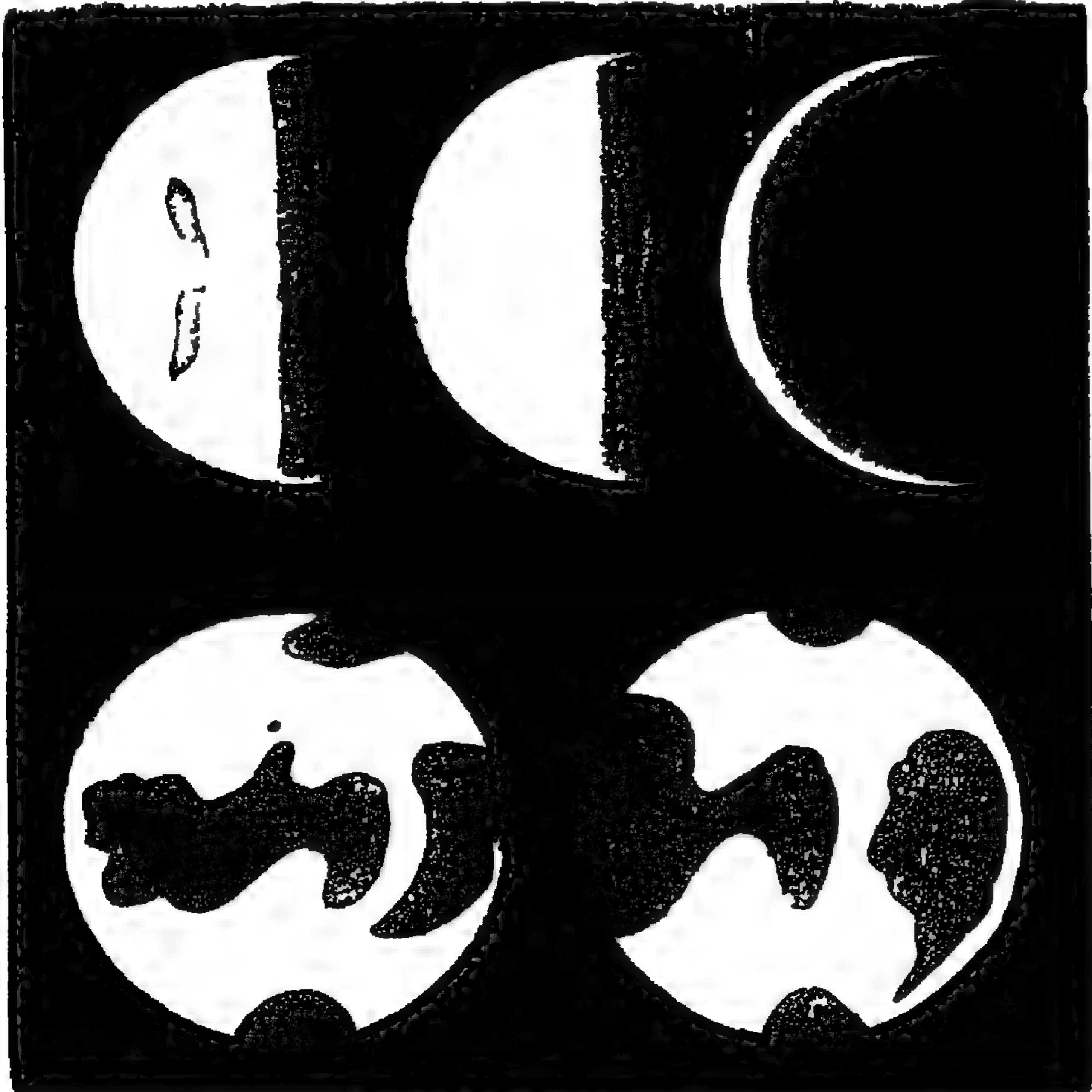


معروفة فتُعرف نسبة بعد الواحد منها الى بعد الآخر بقاعدة كبر الثالث اي  
 $١ - ٧٢٢ : ٧٢٢ :: ١ : ٦١$  تقريباً ونسبة نصف قطر الارض اي  $\frac{1}{4} \text{ ب} : \text{نصف}$   
 $\text{آ ب} :: ١ : ٢٢$  تقريباً فتُعرف نسبة  $\text{آ ب} : \text{آ ب}$



شكل ١١٤

تم لاجل استعمال آ ب في ثواني من القوس يعين الراصد وقت دخول السيار على وجه  
 الشمس ووقت خروجه منه فيُعرف مدة العبور لكل راصد وحيث تُعرف حركة الشمس وحركة



شكل ١١٥ رؤى الزهرة وكلف عليها

الزهرة تحول هذه المدة الى قوس فتُعرف الدقائق في الوتر س د والوتر ر ف وفي نصفها

س آ رب واما الدقائق في  $\frac{1}{4}$  ق الشمس اي س ص او رص فمعروفة في المثلثين القائي الزوايا س آ ص رب ص يُستعلم ص آ و ص ب فيعرف آ ب اي يعرف الزاوية عند الشمس التي يقابلها خط مفروض على الارض اية الزاوية التي يقابلها  $\frac{1}{4}$  ق الارض اي الاختلاف الافقي

من العبور الذي رُصد في ١٧٦٩ حسب معدل الاختلاف ٥٧٧٦" ٨" وقد تقدم ان بعض الدلائل تدل على انه أكثر من ذلك قليلاً وسوف يتعين في العبور المقبل في ٨ ك ٧٤ (٢٨٢) اذا نُظِر الى الزهرة وهي على معظم تباينها تباين مثل القمر في التربيع (شكل ١١٥) وبين معظم التباين والاقتران الاسفل تباين مثل الهلال (شكل ١١١) لاسيما في النهار ومن تفريص الخط الفاصل بتضح وجود جبال على سطحها وعليها ايضاً بعض النقط من حركتها حسب دوران الزهرة على محورها نحو ٢٤ ساعة كما تقدم ومن نقصان النور بالتدريج نحو الخط الفاصل وبعض الكلف ظهرت لها كرة هوائية وبخارية وقد حسب علو بعض جبالها ٢٧ ميلاً غير ان ذلك تحت الشك من صعوبة رصد هذا السيار من قبل شدة لمعانه. لم يتحقق ميل محور الزهرة على سطح دائرتها وقبل انه ٧٥° واذ ذاك يتوجه كل قطب نحو الشمس دوالبك في كل دوران وتغير فصولها كل ٢٢٤ يوماً من شدة الحر الى شدة البرد

قال بعضهم بقمر للزهرة فانكر ذلك البعض. فان كان لها قمر يكون صغيراً جداً مادة الزهرة بالنسبة الى الشمس هي حسب انكي  $\frac{1}{4.1849}$  وحسب لاثرو  $\frac{1}{4.0871}$  وحسب ميدلر  $\frac{1}{4.1718}$  وحسب لاثيرير  $\frac{1}{4.1310}$  لاستعلام موقع هذا السيار يعتمد على زيج لاثيرير

## الفصل العاشر

### في السيارات العليا

المرنج والنجمات والمشتري وزحل واورانوس ونبتون

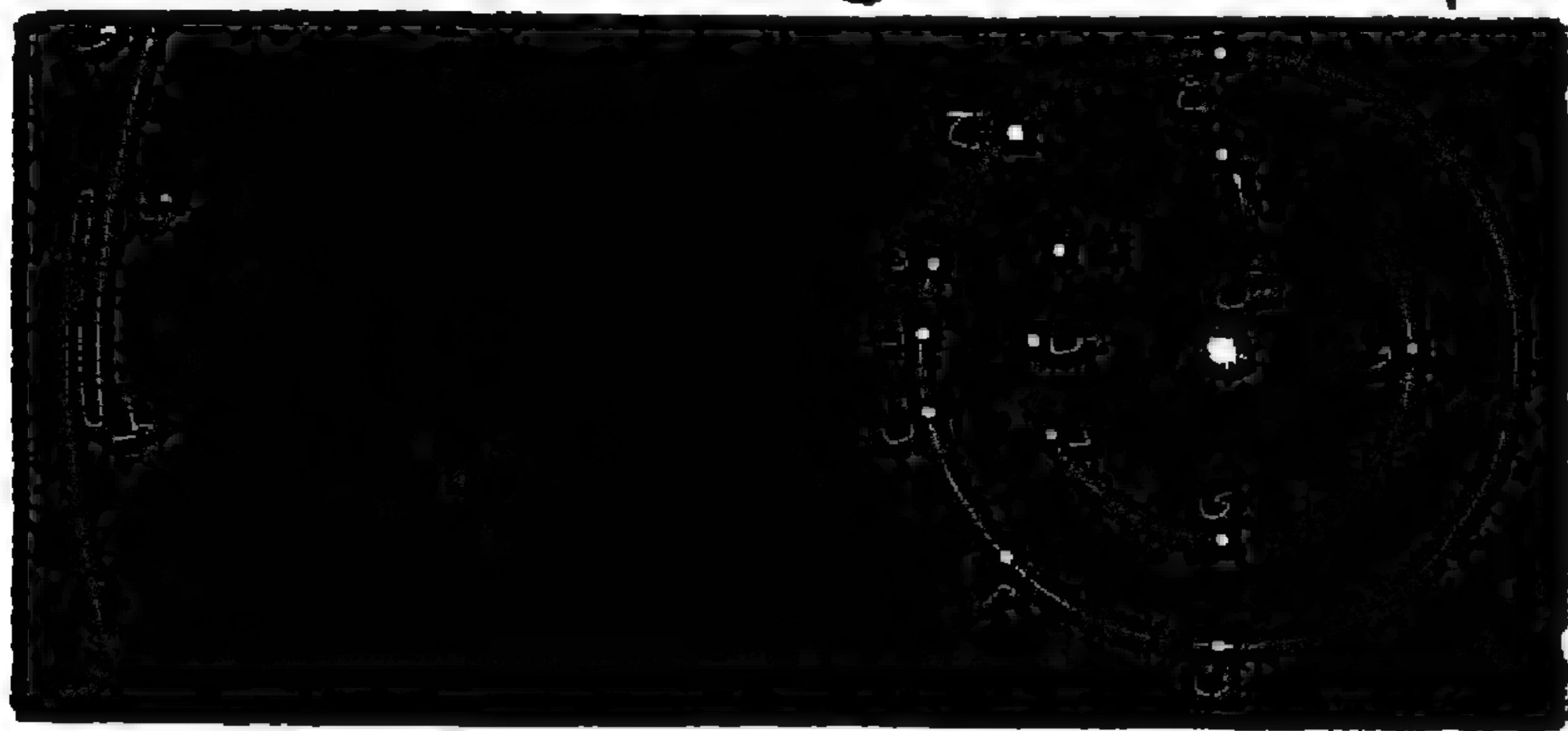
(٢٨٤) تمتاز السيارات العليا من السفلى بانها تُرَى على كل بعد من الشمس بين اقتران واستقبال اي بين صفر و ١٨٠° ولما كانت افلاكها خارج فلك الارض فلها اقتران اعلى واستقبال

وليس لها اقتران اسفل ولا تُرى على اوجه مختلفة مثل الزهرة وعطارد والقمر بل ترى ابداً وجوها  
المنورة لبعدها العظيم الا المرنج الذي من قريب الى الارض يرى متى كان في التربع مثل القمر ثلاثة  
ايام قبل البدر ويظهر نقص جانب المشتري الشرقي اذا كان في التربع

### المرنج هـ

(٢٨٥) معدل بعد المرنج عن الشمس ١٢٩٣١٢٠٠٠ ميل ومعطلة ١٥٢٢٨٤٠٠٠  
واقلة ١٢٦٣٤٠٠٠٠ ميل وسنة ٦٨٦° ٢٣' ٣٠" و٤١' وقطر الظاهر عند الاقتران ١' ٤" وفي  
الاستقبال ٣٠' ٤" ومعدله ٢٨' ٧" وقد اختلفوا كثيراً من جهة تسطيحه عند قطبيه فمنهم من قال  
١/٦ ومنهم ١/٨ والاصح انه ما بين ١/٥ و ١/٣ فقطر ٥٠٠٠ ميل تقريباً ويومه ٢٤' ٢٩' ٦٧' ٢١'  
وثقله النوعي ٢' ٩" وقيل ٢' ٩٣" ومباينة فلكه ١/١١ وميل فلكه على دائرة البروج ٢° وخطه الاستوائي  
مائل على فلكه ٢٨' ٤٢" فقد يكون عن الارض ٢٢٢٠٠٠٠٠٠ ميل وقد يكون على بعد  
٤٦٠٠٠٠٠٠ ميل منها . ومعدل حركته في فلكه ٥٤٠٠٠ ميل كل ساعة او ١٦ ميل كل ثانية  
متى كان المرنج في الاستقبال والاقتران يرى بداراً ومتى كان عند التربعين يرى أكثر من  
نصف وجهه المنور كما تقدم (٢٨٤)

(٢٨٦) حركة المرنج مثل سائر السبارات من الغرب الى الشرق وقد تسرع وقد تبطل  
حركته الظاهرة بسبب حركة الارض غير انه عند الاستقبال عندما تلحق الارض المرنج وتمر عليه  
بالصعود المستقيم تظهر له حركة متعقبة كما يتضح من شكل ١١٦



شكل ١١٦

لنفرض الارض تدور دورة كاملة من ف الى ف بينما يدور المرنج نصف دورة من غ الى ن  
فتى كانت الارض عند ف يظهر المرنج في جهة ف غ ومتى كانت الارض عند ا يكون المرنج عند  
ح ويظهر بين النجوم عند و ومتى وصلت الارض الى ب يكون المرنج عند هـ فيظهر عند ط اي



حركة حركة مستقيمة فتباطأ كل ما اقترب الى ط ويختار الأرض من ب الى س الى د يمر  
المرنج بالنوس القصير هـ ل فيظهر للأرض متقهراً من ط الى ق ثم يتحرك بالاستقامة ايضاً  
ومتى انتهت الأرض الى ي يظهر المرنج عند ر ومتى انتهت الى ف يظهر الى جهة ف ن . ولهذا  
السبب نفس لكل السيارات حركة متقهرة عند الاستقبال . يتبدى التقهرة او ينتهي متى كان بين  
المرنج والشمس زاوية تختلف بين  $128^{\circ} 44'$  و  $146^{\circ} 27'$  وقوس التقهرة تختلف بين  $10^{\circ} 6'$   
و  $19^{\circ} 25'$  ومدة التقهرة تختلف بين ٦٠ يوماً و  $18^{\circ}$  و ٨٠ يوماً و  $15^{\circ}$  وتعود الأرض والمرنج الى الوضع  
الواحد النسبي كل ٢٢ سنة تقريباً فينبغي رصد هذا السيار متى كان في الاستقبال ومتى حدث ذلك  
عند وقوع الأرض في نقطة الذنب والمرنج في نقطة الرأس له يصير قطر الظاهر  $23^{\circ}$  وذلك  
يحدث نحو كل ١٥ سنة وسوف يحدث سنة ١٨٧٧ وهذا الاتفاق يعود في كل ٨ سنين و ١٧ شهر  
تقريباً

(٢٨٧) سنة المرنج ٦٨٢ يوماً من ايامنا فيكون الفصل فيه  $\frac{1}{3}$  ٥ اشهر وبسبب ميل خط  
الاستوائي على سطح فلكه تكون منطقته الحارة اعرض من المنطقة الحارة على الأرض بالنسبة الى سطح  
السيار . اما يومه فاطول من يومنا كما تقدم (ع<sup>٢٨٥</sup>) على نسبة ١٠٠ : ٩٧ فسنه ٦٦٨ يوماً  
و ١٦ ساعة من ايامه وبسبب مباينة فلكه يكون الصيف في نصفه الشمالي اقصر منه في الجنوبي على  
نسبة ١٠٠ : ٧٩ غير انه بسبب قرب الى الشمس حيث يزد نوره وحرارته على ما في الصيف الجنوبي  
فيه على نسبة ١٤٥ : ١٠٠ وفصل الربيع فيه ١٩٢ يوماً والصيف ١٨٠ يوماً والخريف ١٥٠ يوماً  
والشتاء ١٤٧ يوماً

(٢٨٨) متى نظير اليه بنظارة قوية يظهر سطحه على اختلاف ألوان مثل الحاصل من بر وبحر  
والبراكين من البحر وحول قطبه مساحة بيضاء تزيد في الشتاء وتصغر في الصيف بزعم انها من  
الثلوج القطبية (انظر صورة ٧) ووجود المياه تدل على البخار وكرة هوائية ايضاً والسيكروسكوب  
ايضاً يدل على بخار ماء فيه . والاقسام المصفرة اللون محسوبة برأ والمختصرة بحراً وعلى ذلك تكون  
نسبة البر الى البحر في المرنج عكس ما هي في الأرض ولم يكشف عن تسطح قطبي لهذا السيار  
ان كان للمرنج اختلاف فصول كما تقدم وكرة هوائية وماء والبحر فظروفة واحواله تشبه الأرض  
في اشياء كثيرة غير ان الجاذبية على سطحه اقل مما هي على الأرض على نسبة ٠.٢ الى واحد ونسبة  
نوره الى نور الأرض ١ : ٤

حدث عبور المرنج على وجه المشتري ١ كانون الثاني سنة ١٥٩١

ليس لهذا السيار قمر معروف فلا تعرف مادته الا تقريباً وهي على راي ميندلر  $\frac{1}{380.000}$  وعلى

راي لا قريب  $39683.0$  على افتراض الشمس واحداً اما فعله في اضطراب حركات غير قليل جداً فلا داعي الى تحقيق كلي في معرفة مادته ولاجل حساب مواقعها يعتمد على زيج لا قريب

### النجوم اي الشبهات بالسيارات

(٢٨٩) حسب قانون بود المذكور انفاً (صحيفة ١٦٤)

٤ ٧ ١٠ ١٦ ٢٨ ٥٢ ١٠٠

عطارد الزهرة الارض المريخ المشتري زحل الخ

فدري النسبة بين المريخ والمشتري فارغة وقد كشفت عدة اجرام صفار في تلك النسبة



تدور في افلاك مختلفة الميل بعضها على بعض وعلى دائرة البروج. فكشفت عن اربعة منها اي سيرس وبلاس ويونون وقستا في اوائل هذا القرن ومنذ سنة ١٨٤٥ قد كشفت عن كثير منها فصارت المعروفة منها ١٢٧ وربما يكون عددها اكثر من

شكل ١١٧ قدر الارض وبعض النجوم النسبي

ذلك كثيراً وقد وضعنا هنا قائمة اسمائها واقطارها ومدائها الى حد ما علمت

| اسم        | مدى سنين | قطر اميالاً | اسم        | مدى سنين | قطر اميالاً |
|------------|----------|-------------|------------|----------|-------------|
| ١ سيرس     | ٤' ٦٠٠   | ٢٢٧         | ١٣ اجيريا  | ٤' ١٢٣   | ٧٣          |
| ٢ بلاس     | ٤' ٦١٠   | ١٧٣         | ١٤ ايريني  | ٤' ١٦٧   | ٦٨          |
| ٣ يونون    | ٤' ٢٦٢   | ١١٢         | ١٥ اقنوميا | ٤' ٢٩٧   | ١٢          |
| ٤ قستا     | ٢' ٦٢٧   | ٢٢٨         | ١٦ بيسيبي  | ٥' ٠٠٦   | ٩٢          |
| ٥ اسيريا   | ٤' ١٢٦   | ٦١          | ١٧ ثيتس    | ٢' ٨٢٠   | ٥٢          |
| ٦ هيبى     | ٢' ٧٧٧   | ١٠٠         | ١٨ ملبومني | ٢' ٤٧٩   | ٥٤          |
| ٧ ايرس     | ٢' ٦٨٦   | ٩٦          | ١٩ فرتونيا | ٢' ٨١٥   | ٦١          |
| ٨ فلورا    | ٢' ٢٦٦   | ٦٠          | ٢٠ مسيليا  | ٢' ٧٤٠   | ٦٨          |
| ٩ ميس      | ٢' ٦٨٦   | ٧٦          | ٢١ لوتينيا | ٢' ٠٨١   | ٤٠          |
| ١٠ هيجيا   | ٥' ٥٨٩   | ١١١         | ٢٢ كليوبي  | ٤' ٩٦٣   | ٩٦          |
| ١١ پرثوبي  | ٢' ٨٤١   | ٦٢          | ٢٣ ثاليا   | ٤' ٢٦٣   | ٤٢          |
| ١٢ فكتوريا | ٥' ٥٦٧   | ٤١          | ٢٤ ثيمس    | ٥' ٥٧٠   | ٢٦          |

| اسم           | مئة سنين | قطر اميالاً      | اسم            | مئة سنين | قدر النجم |
|---------------|----------|------------------|----------------|----------|-----------|
| (٢٥) فوشيا    | ٢٧٢٢     | ٢١               | (٥١) فرجينيا   | ٤٢١٠     | ١١٩       |
| (٢٦) بروسرينا | ٤٢٢٩     | ٤٧               | (٥٢) نيموسا    | ٢٦٦٧     | ١٠٤       |
| (٢٧) اقتربي   | ٢٥٩٦     | ٢٩               | (٥٣) اورويا    | ٥٤٥٨     | ١٠٥       |
| (٢٨) بلونا    | ٤٦٢١     | ٥٩               | (٥٤) كليسو     | ٤٢١٧     | ١١٥       |
| (٢٩) امقريتي  | ٤٠٨٤     | ٨٢               | (٥٥) الكساندرا | ٤٥٥٣     | ١١٠       |
| (٣٠) اورانيا  | ٢٦٢٥     | ٥١               | (٥٦) پاندورا   | ٤٦٠٨     | ١٠٩       |
| (٣١) اقروسيبي | ٥٦٠٧     | ٥٠               | (٥٧) منيموسيني | ٥٦١٦     | ١٠٩       |
| (٣٢) بومونا   | ٤١٦٠     | ٢٥               | (٥٨) كونكورديا | ٤٤٢١     | ١١٦       |
| (٣٣) بليهنيا  | ٤٨٤٨     | ٢٨               | (٥٩) دانائي    | ٥١٢١     | ١١٧       |
| (٣٤) شيرشي    | ٤٢٩٧     | ٢٩               | (٦٠) اولبيا    | ٤٤٧٢     | ١١٢       |
| (٣٥) لشكوثيا  | ٥٢١٥     | ٢٥               | (٦١) ابرانو    | ٥٥٢٧     | ١١٨       |
| (٣٦) اتالاتيا | ٤٥٥٧     | ٢٠               | (٦٢) ابجو      | ٢٧٢٩     | ١٢٢       |
| (٣٧) فيدس     | ٤٢٩٥     | ٤١               | (٦٣) اوسونيا   | ٢٧١٢     | ٩٩        |
| (٣٨) ليدا     | ٤٥٣٥     | ٢٩               | (٦٤) انجلينا   | ٤٢٨٥     | ١٠٢       |
| (٣٩) لينتيا   | ٤٦١٣     | ٨٧               | (٦٥) سيلبي     | ٦٦٥٨     | ١١٢       |
| (٤٠) هرمونيا  | ٢٤١٥     | قدر النجم<br>٢٤١ | (٦٦) مابا      | ٤٢٢٢     | ١٢٧       |
| (٤١) دفتي     | ٤٦٠٥     | ١٠٢              | (٦٧) اسيا      | ٢٧٦٩     | ١١٦       |
| (٤٢) ايسس     | ٢٨١٢     | ١٠٥              | (٦٨) هسپيريا   | ٥١٨٦     | ١٢٠       |
| (٤٣) اريادني  | ٢٢٧٢     | ١٠٢              | (٦٩) ليتو      | ٤٦٢٢     | ١٠٢       |
| (٤٤) نيسي     | ٢٧٧٤     | ١٠٢              | (٧٠) پانوپيا   | ٤٢٢٤     | ١١١       |
| (٤٥) افجينيا  | ٤٤٧٦     | ١٠٨              | (٧١) فيرونيا   | ٢٤١١     |           |
| (٤٦) هستيا    | ٢٩٩٥     | ١١٦              | (٧٢) نيولي     | ٤٥٧٤     | ١٠٨       |
| (٤٧) مليتي    | ٤١٨٩     | ١١٥              | (٧٣) كليتي     | ٤٢٥٠     |           |
| (٤٨) اغلايا   | ٤٨٩٦     | ١١٢              | (٧٤) كالانبا   | ٤٦٢٩     |           |
| (٤٩) دورس     | ٥٤٧٠     | ١١٠              | (٧٥) اقريديشي  | ٤٢٦٢     |           |
| (٥٠) پالس     | ٥٤٢١     | ١٠٨              | (٧٦) فربا      | ٦٢٢٥     |           |



| اسم | مدّة       | قدر    | اسم | مدّة      | قدر |
|-----|------------|--------|-----|-----------|-----|
| ٧٧  | فريجا      | ٤' ٢٦٨ | ١٠٣ | هيرا      |     |
| ٧٨  | ديانا      | ٤' ٢٤٨ | ١٠٤ | كليمني    |     |
| ٧٩  | اقرينومي   | ٢' ٨١٩ | ١٠٥ | اريمس     |     |
| ٨٠  | صافو       | ٢' ٤٨٠ | ١٠٦ | ديوني     |     |
| ٨١  | ترينسيخوري | ٤' ٨٢٧ | ١٠٧ | كاميلا    |     |
| ٨٢  | الكيني     | ٤' ٥٨٦ | ١٠٨ | هيكوبا    |     |
| ٨٣  | بياتركس    | ٢' ٧٨٥ | ١٠٩ | فيلشبتاس  |     |
| ٨٤  | كلو        | ٢' ٦٤٣ | ١١٠ | ليديا     |     |
| ٨٥  | ابو        | ٤' ٢٣٧ | ١١١ | آني       |     |
| ٨٦  | سميلي      | ٥' ٤٣٤ | ١١٢ | ايفيجينيا |     |
| ٨٧  | سلفيا      |        | ١١٣ |           |     |
| ٨٨  | نسي        | ٤' ٥٦١ | ١١٤ | كاساندرا  |     |
| ٨٩  | جوليا      | ٤' ٠٢٣ | ١١٥ |           |     |
| ٩٠  | انتبويي    |        | ١١٦ |           |     |
| ٩١  | ايچينا     |        | ١١٧ | لوميا     |     |
| ٩٢  | اوندينا    |        | ١١٨ | بيثو      |     |
| ٩٣  | منرفا      |        | ١١٩ | آليا      |     |
| ٩٤  | اوسيرا     |        | ١٢٠ | لاخيسس    |     |
| ٩٥  | ارثوتسا    |        | ١٢١ | هرميوني   |     |
| ٩٦  | ايچلي      |        | ١٢٢ | غردا      |     |
| ٩٧  | كلوثو      |        | ١٢٣ | برونهلدا  |     |
| ٩٨  | اياتي      |        | ١٢٤ | الشستس    |     |
| ٩٩  | ذبيكي      |        | ١٢٥ | ليبراتركس |     |
| ١٠٠ | ميكاتي     |        | ١٢٦ | فليدا     |     |
| ١٠١ | ميلانة     |        | ١٢٧ | يوحنة     |     |
| ١٠٢ | مرم        |        | ١٢٨ | نميسس     |     |

| اسم           | مدة | قدر | اسم                   | مدة | قدر |
|---------------|-----|-----|-----------------------|-----|-----|
| (١٢٩) انتيوني |     |     | (١٢٤) صفروسوني        |     |     |
| (١٣٠) الكترا  |     |     | (١٢٥) لم يسم الى الآن |     |     |
| (١٣١) قالا    |     |     | (١٢٦) " " "           |     |     |
| (١٣٢) ابثرا   |     |     | (١٢٧) " " "           |     |     |
| (١٣٣) كيريني  |     |     |                       |     |     |

(٢٩٠) ان هذه النجوم لا تُرى بغير نظارة الا واحدة منها وهي وستا على قدر نجم من المقدار الخامس والسادس ولصغرها بعسر قياسها وتُعرف انها سيارات بحركاتها وقطرها كبرها بلاس نحو ٢٠٠ ميل حسب البعض و ٦٧٠ ميل حسب البعض وافلاكها مائلة على دائرة البروج كثيراً فيل فلك هبي ٤١ وميل فلك بلاس ٢٤ ٤٢ ومباينة افلاكها اكثر من مباينة افلاك سائر السيارات اقلها مباينة اوروبا = ٠.٠٠٤ ومعظمها مباينة بليمينيا = ٠.٢٣٧ والاقل ميلاً على دائرة البروج فلك مسيليا = ٤١ ومعظمها ميلاً بلاس = ٢٤ ٤٢ وهي تشغل منطقة عرضها نحو ١٠٠٠٠٠٠٠ ميل

اقربها الى الشمس فلورا معدل بعدها ٢٠١٢٧٤٠٠٠ ميل تدور في ٢ ١/٢ سنين اي ١١٩٢ يوماً وبعدها سبيلة معدل بعدها ٣١٢٧٣٧٠٠٠ ميل مدتها ٦ ٦/٦ سنين اي ٢٤٢١ يوماً ومعدل مدتها ٤ سنين ومعدل بعدها من الشمس ٢٥٤٠٠٠٠٠٠ ميل وانورها فستا واضعها نوراً اثلاثاً ومن قلة تاثير جاذبية كل هذه الاجرام في حركات الارض والريخ قد يزعم ان مجتمعها لا يبلغ اكثر من ١/١٨ من جرم الارض وقد زعم البعض ان عددها كثير جداً فلم يزل علماء هذا الفن يقتشون عليها بنظاراتهم

اذا وافقت الظروف فقد تشاهد سيرس بالنظر المجرد على هيئة نجم من القدر السابع او الثامن اما يلاس فتمى كان اقرب الى الارض فيظهر على هيئة نجم من القدر السابع اما يونون فعلى هيئة نجم من القدر الثامن

من ميل افلاك هذه الاجرام بعضها على بعض يقرب بعضها الى بعض احياناً فقد تقرب فيدس ومايا حتى يصير بينهما ١/٢ من قطر فلك الارض اي نحو ٤٥٠٠٠٠٠ ميل

قال سروليم هرشل لو وضع انسان على احد هذه الاجرام الصغار لقفز بالسهولة الى علو ٦٠ قدماً ولا يُضر بسقوطه اكثر مما يضر بالسقوط ذراعاً على سطح الارض

من كثرة هذه الاجرام المكتشف عنها قد ترجح راي اولبرس انها قطع جرم كبير كان بين

المرنج والمشتري فقد انفجر

قد اصطُيَت زيجات لفلورا وكتوريا ولبومني ومينس

### المشتري ٢٤

(٢٩١) المشتري أكبر سيارات النظام الشمسي ومعدل بعده عن الشمس ٤٧٥٦٩٣٠٠٠ ميل ومباينة فلكه ٠.٤٨. فمعظم بعده عن الشمس ٤٩٨٦٠٣٠٠٠ ميل وأقله ٤٥٢٧٨٢٠٠٠ ميل ومدة دورانه حول الشمس ١١٨٦ سنة وقطره الظاهر يختلف بين ٥.٧" في الاستقبال و ٣.٨" في الاقتران ومعدله ٢٧.٩١" فيكون قطره الاستوائي ٨٨٤٠٠ ميل ودورانه على محوره مرة في ٩.٩٢ ساعة أو ٥٥.٣٠" حسب البعض وفي ٥٥.٣٠" حسب البعض وثقله النوعي ١.٣. وبعده عن الشمس لا يرى غير بدر إلا أن قطره بقصر ظاهراً وهو في التربع وجرمة ١/١٠ مرة جرم مجتمع سائر السيارات ومادته ١/٢ مادة كل السيارات الأخرى معاً وسرعة حركة قسمه الاستوائي ٤٦٧ ميل كل دقيقة أي ما بين ٧ و ٨ أميال كل ثانية وحركة قسم الأرض الاستوائي ١٧ ميلاً كل دقيقة وهو هليجي الشكل وهليجيتة ١/١٧ أي فضلة قطريه ٤٦٠٠ ميل. فلكه مائل على دائرة البروج ١٩.١' وخطه الاستوائي مائل على سطح فلكه ٣.٥' فقط فلا تغير فصول فيه من هذا القيل وكثافته ٠.٢٤ أي أكثر من كثافة الماء قليلاً وحركته في فلكه ٧٠٠٠٠٠ ميل كل يوم أي ٣٠٠٠٠ ميل كل ساعة أي ٨٠ مرة أسرع من كفة مدفع وهو ١٤٠٠ مرة أكبر من أرضنا ولكبر جرمه تكون الجاذبية على سطحه ٢.٤٢ على افتراض الجاذبية على سطح الأرض واحداً

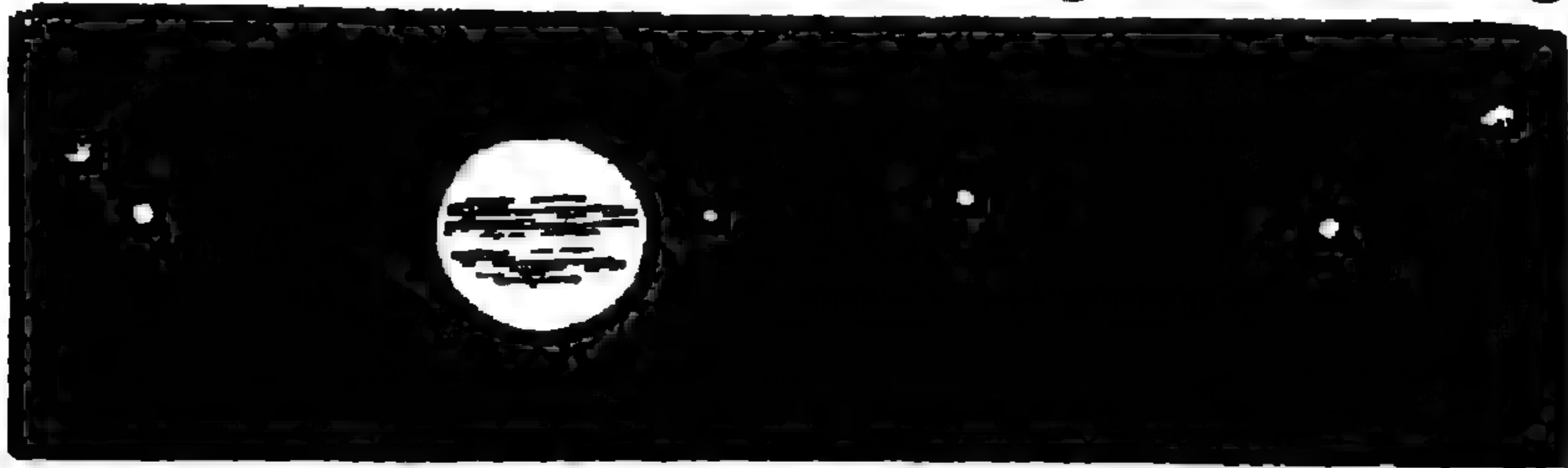
(٢٩٢) معرفة موقع المشتري سهل جداً لأننا متى عرفناه مرة تتبعه من سنة إلى سنة لأنه ينقل كل سنة أكثر قليلاً من برج واحد وبواسطة نظارة قوية يرى على وجهه مناطق توازي خطه الاستوائي مختلفة العرض والألوان غير ثابتة على هيئة واحدة وتارة تتغير تحت نظر الراصد. ذكر صوث بقعة طولها بالاقبل ٢٢٠٠٠ ميل تلاشت في نحو ٣٠ دقيقة وذلك دليل على حدوث ظواهر وتغيرات على سطحه من قبل مياه وغيوم وأمطار وبخرة وهواء وما يشبه ذلك (انظر الصورة الثامنة) وقد زعم بعضهم أن هذه الظواهر ليست من فعل الشمس بل من حرارته الذاتية. والتغيرات الحادثة على سطحه في البخرة كثيرة جداً حتى أنه قد شوهد قمر من أقماره يخفي وراءه ثم يظهر عند الحل الذي اخفي فيه وذلك من قبل تمدد الكرة الهوائية أو البخارية المحيطة بالسيارة ثم تقلصه

أما نواحي خطه الاستوائي فغالباً أنور من باقي سطحه وقد يرى على سطحه حلقات غير ثابتة وحدود المناطق المشار إليها غير واضحة وفي مزرقة اللون تمتاز بسهولة عن لون جرم السيار وتلاشي



نحو جانيه قبل ان تنتهي الى حافته تماماً

متى كان المشتري اقرب الى الارض يضافي نوره نور الزهرة فيدمج ظلاً ويشاهد مهباًراً. اما قوة سطحو لتعكس النور فاصلح من سطح القمر على نسبة ١:١٤ حسب المعلم بوند اما قوس التمهتر فيبتدئ او ينتهي متى كان بين السيار والشمس زاوية تختلف بين  $112^{\circ} 40'$  و  $116^{\circ} 42'$  وطول قوس التمهتر يختلف بين  $9^{\circ} 51'$  و  $9^{\circ} 54'$  ويمر بها في مدة تختلف بين  $116^{\circ} 18'$  و  $122^{\circ} 12'$



شكل ١١٨ المشتري واقماره

(٢٩٣) للمشتري اربعة اقمار (شكل ١١٨) تُرى بنظارة صغيرة رأها اولاً جليليو في بادوا في ٧ ك ٢ سنة ١٦١٠ ولم يتحقق انها اقمار حتى اليوم الثاني واحياناً يرى اثنان منها بالنظر المجرد وذلك سهل في نواحي بحيرة اورميا في بلاد فارس وفي سهول سيبيريا. حكى بعض السواح في تلك النواحي قال صادفت ذات ليلة صياداً اشار الى المشتري قائلاً رأيت ذلك النجم الكبير يبلغ نجماً صغيراً ثم يبصته ايضاً. رأى احتجاب قمر من اقماره. ولكون افلاكها في سطح دائرة البروج الا قليلاً وايضاً في سطح دائرة خط الاستواء للمشتري تُرى غالباً على خطٍ مستقيم مار بمركز السيار كما يرى في شكل ١١٨ فمن تباينها الاعظم غرباً تمر وراء السيار الى معظم تباينها شرقاً تمر بيننا وبين السيار بحركة متقهرة الى معظم تباينها غرباً ايضاً وهي اكبر قليلاً من قمرنا الا الثاني وتتناز بالاول والثاني والثالث والرابع حسب بعدها عن السيار وقد وضعنا هنا جدولاً محنوياً ابعادها عن السيار في اجزاء من نصف قطره والبعد في اميال واوقات دورانها النجمي حوله واقطارها ومادتها وكثافتها وثقلها النوعي



شكل ١١٩ اقدار الارض والقمر واقمار المشتري النسبية

| نوع النجم | كثافة |      | مادة    | معظم  | قطر 24 | قطر منظور من 24 | معدل قطر | معدل قطر ظاهر | مقنجة | معدل البعد |       | كاشنة |                 |
|-----------|-------|------|---------|-------|--------|-----------------|----------|---------------|-------|------------|-------|-------|-----------------|
|           | 1=م.ا | 1=⊕  |         |       |        |                 |          |               |       | امبال      | في 24 |       |                 |
| ٧         | ٠.١١٤ | ٠.٢٠ | .....١٧ | "١٥٢' | ٤٩'١٩  | "١١'٢٨          | ٢٣٥٢     | "١'٠٢         | ٢٨'٦٨ | ٢٦٧٢٨٠     | ٦'٠٥  | جليبو | (١) ايو         |
| ٧         | ٠.١٧١ | ٠.٢٠ | .....٢٢ | "٢٥٢' | ٢٥'١٢  | "٢٥'١٧          | ٢٠٩٦     | ٠.٩١          | ٤'١٣  | ٤٢٥١٥٦     | ٩'٦٢  | ٢٦٦٣  | اوروبا في بادوا |
| ٦         | ٠.٢٩٦ | ٠.٦٩ | .....٨٨ | "٤٦٥' | ٤٧     | ٠.١٨            | ٣٤٣٦     | ١'٤٩          | ٤٣    | ٦٧٨٩٤٣     | ١٥'٢٥ | ٢٤٧   | كانيد           |
| ٧         | ٠.٢٢٢ | ٠.٢٩ | .....٤٣ | "٤٥٩' | ٢٥     | ٤٦              | ٨'٢٦     | ١'٢٧          | ٢٣    | ١١٩٢٨٢٣    | ٢٦'٦٩ | ١٦١٠  | كالستو          |

مدة دوار كسوف الأول ٢٠ ٢

٥٦ ٢ الثاني "

٤٣ ٢ الثالث "

٥٦ ٤ الرابع "

مباينة فلك الأول والثاني صفر ومباينة الثالث والرابع قليلة متغيرة

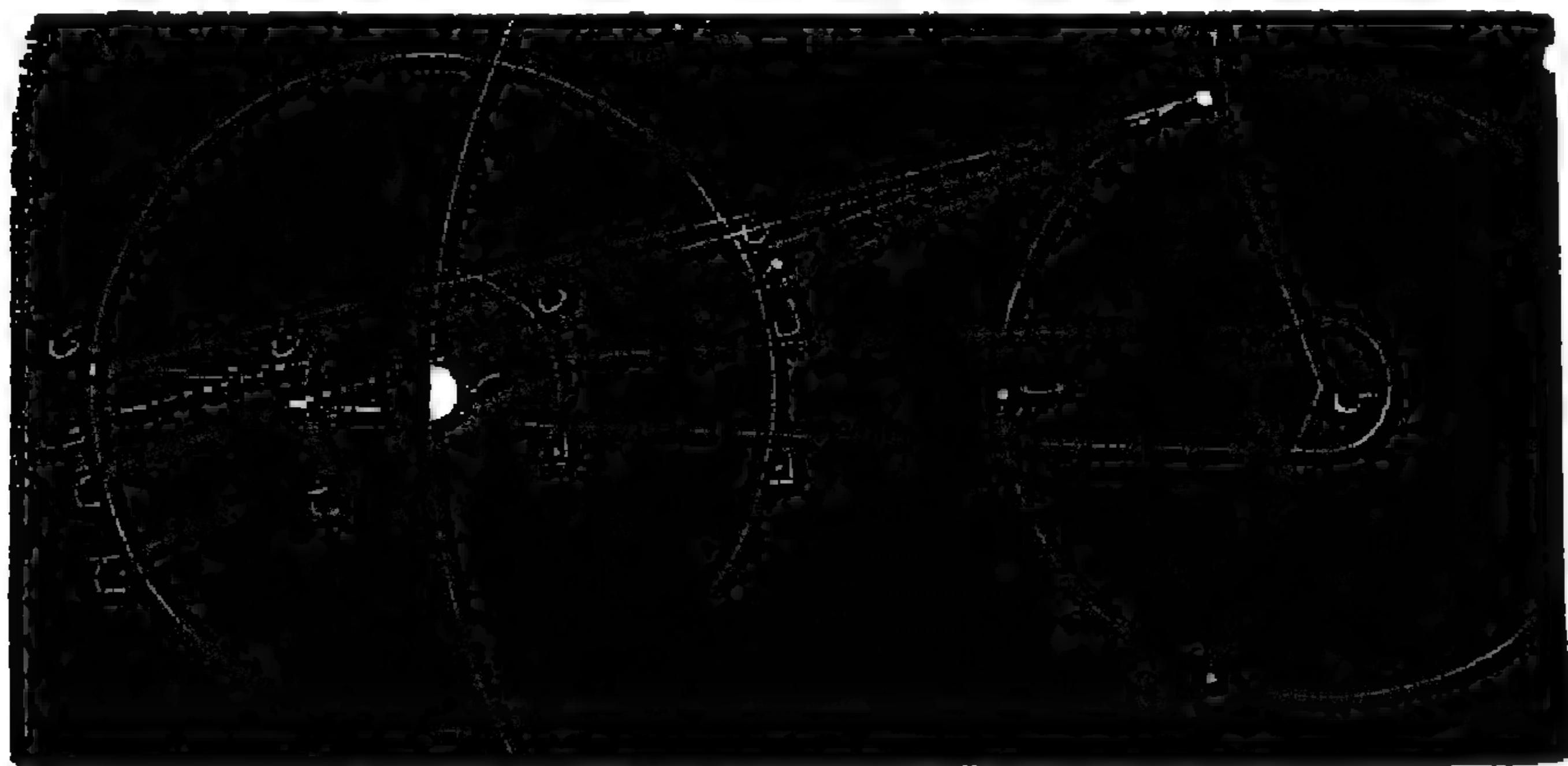
القمر الأول ابعد عن المشتري من بعد قمرنا عن الارض والقمر الثاني بعدل قمرنا تقريباً والبقية اعظم منه والثالث اعظم الجميع واحساناً يخفي منها ثلاثة معاً ونادراً الاربعة معاً وراه السياراوا في ظلّه وقد يتفق اقتران ثلاثة منها حتى ترى بالنظر الجرد واحداً وقد يتفق ذلك في الاربعة افلاك هذه الاقار قلما تختلف عن دوائر ثامة وسطوحها في سطح خط الاسواء للسيارا اقليلاً وبالتسوية نيل قليلاً على سطح فلكه لان محوره مائل على سطح فلكه قليلاً كما تقدم فلا تختلف فصوله بما يعتبر



(٢٩٤) اذا مر قمر في ظل المشتري قبل انه مخسوف واذا مر وراء جرم السيار قبل انه مخسوف ومتى وقع ظل قمر على السيار قبل ان السيار مخسوف ومتى مر بيننا وبين السيار قبل ان السيار مخسوف

خسوف اقمار المشتري تشبه في أكثر رؤوها خسوف قمرنا غير انه لبعده المشتري عن الشمس وعظمه يكون مخروط ظل أطول من الذي للأرض فلذلك ولقلة ميل افلاك الاقمار على فلك السيار تخسف كلها في كل دورة سوى ان الرابع لبعده عن السيار وزيادة ميل فلكه بالنسبة الى البقية احياناً يمس الظل مساً واحياناً يخسف جزئياً وهذه الخسوفات لانشاهدها من مركز افلاك الاقمار كما هو الحال في خسوف قمرنا بل من مكان بعيد خارج افلاكها غير ثابت فلا بد ان تختلف رؤيتها من هذا القيل ايضاً

(٢٩٥) متى كان المشتري الى شرقي الاستقبال يسبق الخسوف الاحتجاب ابداً ومتى كان الى غربي الاستقبال يسبق الاحتجاب والخسوف ابداً كما يتضح من شكل ١٢٠



شكل ١٢٠ كيفية خسوف اقمار المشتري واحتجابها

ليكن ش (شكل ١٢٠) الشمس ا ب س الارض في مواقع مختلفة من فلكها ر المشتري ي ف غ خ الخ فلك قمر من اقماره غير الاول فمتى كانت الارض عند ا يكون الاستقبال على استقامة ش ا والمشتري الى شرقيه فالقمر يدخل الظل عند ي ويخرج عند ف ثم يخسوف وراء السيار عند غ ويظهر ايضاً عند خ فينتهي الخسوف قبل ما يبتدئ الاحتجاب . وكذلك يبتدئ خسوف السيار نفسه متى كان القمر عند ك وينتهي عند ل ويبتدئ احتجاب السيار عند وصول القمر الى م وينتهي عند وصوله الى ن

لو كانت الارض عند س لكان الاستقبال على استقامة ش س وكان المشتري الى غربي الاستقبال فكان القمر يخسوف وراء السيار قبل دخوله الظل اي الاحتجاب يسبق وكان بتوسط بيننا



وبين السيار قبل وقوع ظل على السيار

فلما يتفق وقوع الارض والاقمار بحيث تنتهي الظاهرة الواحدة قبل ابتداء الاخرى وذلك لا يحدث مطلقاً مع القمر الاول كما يرى من النظر الى فلكره  $\gamma$  ك ل فالحسوف يتبدى عند  $\gamma$  والاحتجاب ينتهي عند  $\gamma$  وحسوف المشتري يتبدى عند ك واحتجابه ينتهي عند ن وفي بعض هذه المدة يرى ظل القمر وجرمه على وجه السيار (انظر الصورة الثامنة)

متى كانت الارض عند ب اي عند استقبال المشتري يحدث الخسوف والاحتجاب معاً واحتجاب السيار وخسوفه معاً. اما القمر الاول والثاني والثالث فلا تخسف الثلاثة معاً وقد يتفق وقوع ظل قمرين على سطح السيار معاً. وقد شوهد على هذه الاقمار كلف ويقع ثعره من جانب الى جانب فاستنتج انها تدور بسرعة على محاورها اما سروليم هرشل فيقول انها تدور على محاورها في نفس مدة دورانها حول السيار مثل قمرنا

(٢٩٦) كشف سرعة النور بواسطة اقمار المشتري. في سنة ١٦٧٥ لاحظ ريمران خسوفات اقمار المشتري تحدث قبل الاوقات المحسوبة لها متى كانت الارض في بعدها الاقرب من المشتري وتأخر عن تلك الاوقات متى كانت الارض على بعدها الابعد منه وبسبب كثرة وقوع هذه الكسوفات يسهل استعلام معدل المدة بينها ومن ذلك تحسب للمستقبل فلو خط انه لما كانت الارض اقرب الى المشتري كانت المئات تنصر عن المعدل  $8 \frac{1}{4}$  ثواني ومتى بعدت عنه تأخرت عن المعدل  $8 \frac{1}{4}$  ثواني يقضي للنور ٢٧ ثواني لكي يقطع فلك المشتري فتكون سرعته نحو ٢٠٠٠٠ ميل كل ثانية وذلك يوافق ما دل عليه انحراف النور كما تقدم (ع ١٩) ويختلف قليلاً عن سرعة النور حسب امتحانات فيزو التي بموجبها تكون سرعة النور ١٩٤٠٠٠ ميل كل ثانية

(٢٩٧) بين حركات القمر الاول والثاني والثالث نسبة غريبة وهي ان طول الاول الاثلاث مرات طول الثاني + ٢ طول الثالث = ١٨٠ وحركة الاول النجمية + مضاعف حركة الثالث = ثلاث مرات حركة الثاني ابداً ولذلك لا يمكن ان تخسف الثلاثة معاً الى مدة طويلة اذ ينتضي لذلك ان تتساوى في الطول فيكون مجتمع طول الكل صفراً وذلك كما تبان من المشتري لا كما تبان من الارض وقد حسب ورجحتين من زيجاته اتفاق خسوف هذه الاقمار الثلاثة لا يمكن حتى بعد ١٢١٧٢٠٠ سنة ولو تغيرت حركة الثانية السنوية ٢٢" لكان ذلك الاتفاق غير ممكن الى الابد

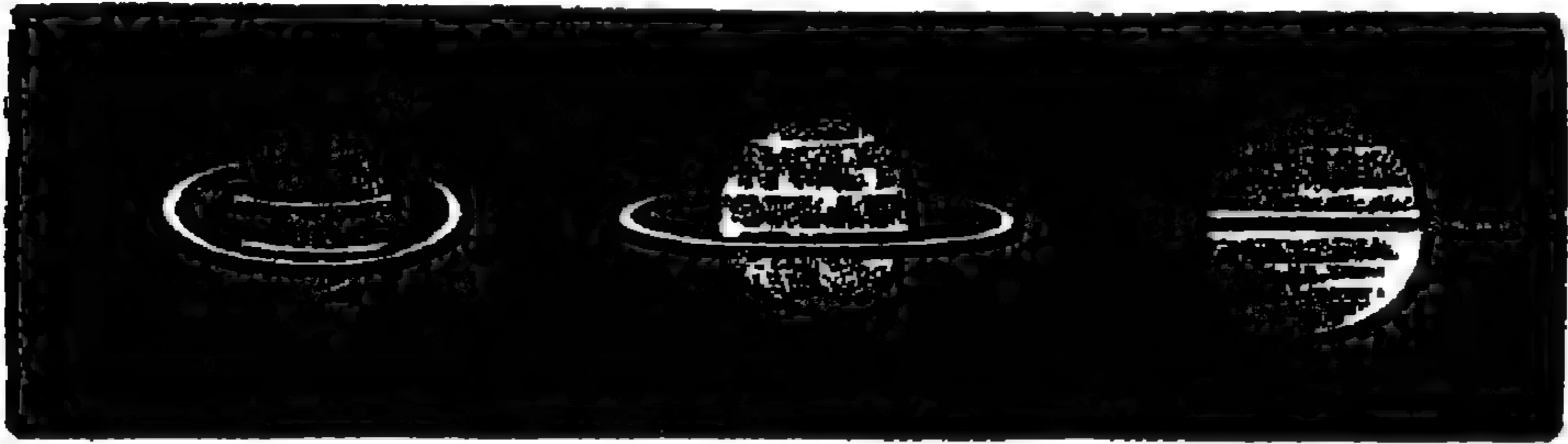
ان خسوف هذه الاقمار تحسب بكل تدقيق في المنهاج السنوي لهاجرة مفروضة فاذا رُصدت في مكان آخر وعُيِّن الوقت يُعرف الفرق بين وقت تلك الهاجرة ووقت المكان فيُعرف الطول غير انه تجمل

خطاء ٢٠" أو ٣٠" لعدم إمكان ملاحظة وقت الدخول أو الخروج بالتدقيق ولبعض الخطاء في زيجات المشتري وأقاربه .

بسبب أقار المشتري سهلت معرفة مادته وقد اتفق فيها الراصدون تقريباً وهي حسب أنكي  $\frac{1}{100}$  وحسب ستيفي  $\frac{1}{100}$  وحسب ابري  $\frac{1}{100}$  وحسب بسل  $\frac{1}{100}$  زيج المشتري هو زيج بوفارد طبع سنة ١٨٢١ وزيج أقاربه زيج داموسيو طبع سنة ١٨٣٦ . وكلاهما يحتاج إلى اصلاح

## زُحَل

(٢٩٨) مدة دورانه ١٠٧٥٩<sup>٢</sup> ايوماً = ٢٩<sup>٤</sup> ٤٥ سنة ومعدل بعده عن الشمس ٨٧٣١٢٤٠٠٠ ميل ومباينة فلكه ٠٠٥٦<sup>٠</sup> فبعده الأبعد عن الشمس ٩٢١١٠٥٠٠٠ ميل والأقرب ٨٢٢١٦٤٠٠٠ ميل وقطر الظاهر يختلف بين ١٤<sup>٦</sup> في الاقتران و ٢٠<sup>٢</sup> في الاستقبال فيكون قطر الاستوائي ٧١٩٠٤ أميال وتسطيحه القطبي نحو  $\frac{1}{10}$  وثقله النوعي ٠٧ على افتراض الماء واحداً ويدور على محوره في ١٧٣٩<sup>٣</sup> ١٠ وميل فلكه على دائرة البروج ٢<sup>٥</sup> ٢٦<sup>٢</sup>



شكل ١٣١ زُحَل على بعده الأبعد والأوسط والأقرب مع اختلاف رؤية حلقائه (٢٩٩) على سطح زُحَل مناطق كما تقدم في المشتري غير أنها أقل وضوحاً من مناطق المشتري والظاهر أن طبيعتها كما تقدم في مناطق السيار المذكور أي من تلقاء غيوم وأبخرة وعواصف إلا أنها مخفية الشكل خلاف مناطق المشتري التي هي على خطوط مستقيمة كما يرى من الصورة التاسعة فإن كانت هذه المناطق توازي خط الاستوائي يكون سطح ذلك الخط مائلاً على دائرة البروج على زاوية ليست صغيرة وسرولم مرشل من رصد منطقة خمسة السور من ٤ ك ١ سنة ١٧٩٣ إلى ١٦ ك ٢ سنة ١٧٩٤ عيّن مدة دورانه على محوره وقد زعم العلامة المشار اليه أنه رأس أقار زُحَل عند الإخفاء يخف نورها قليلاً قبل إخمائها التام واستنتج من ذلك وجود كرة هوائية ومنظر جهاته القطبية تغير باتجاهها نحو الشمس أو عنها وخط الاستوائي مائل على سطح فلكه نحو  $\frac{1}{10}$  ٢٨ فتشبه فصوله من هذا القليل فصول المريخ

لما نظر جليليو إلى هذا السيار أولاً بنظارته الصغيرة رآه متطاولاً بيضياً الشكل فزعم أنه سيار



كبيره سياران صغيران بجانبه ثم رأى الصغيرين المزعومين يصغران مع بقائهما على نسبة واحدة الى  
السيار الكبير وضعاً حتى تلاشيا فاحترق هذا الفيلسوف حيرة واخبر صاحبه كبلر باكتشافه حسب  
عوائد تلك الايام بهذا اللغز

smaismrmilmepoetalevmibvnenvgttaviras

معناه

Altissimum planetam tergeminum observavi

اي رايت ابعد السيارات مثلثاً

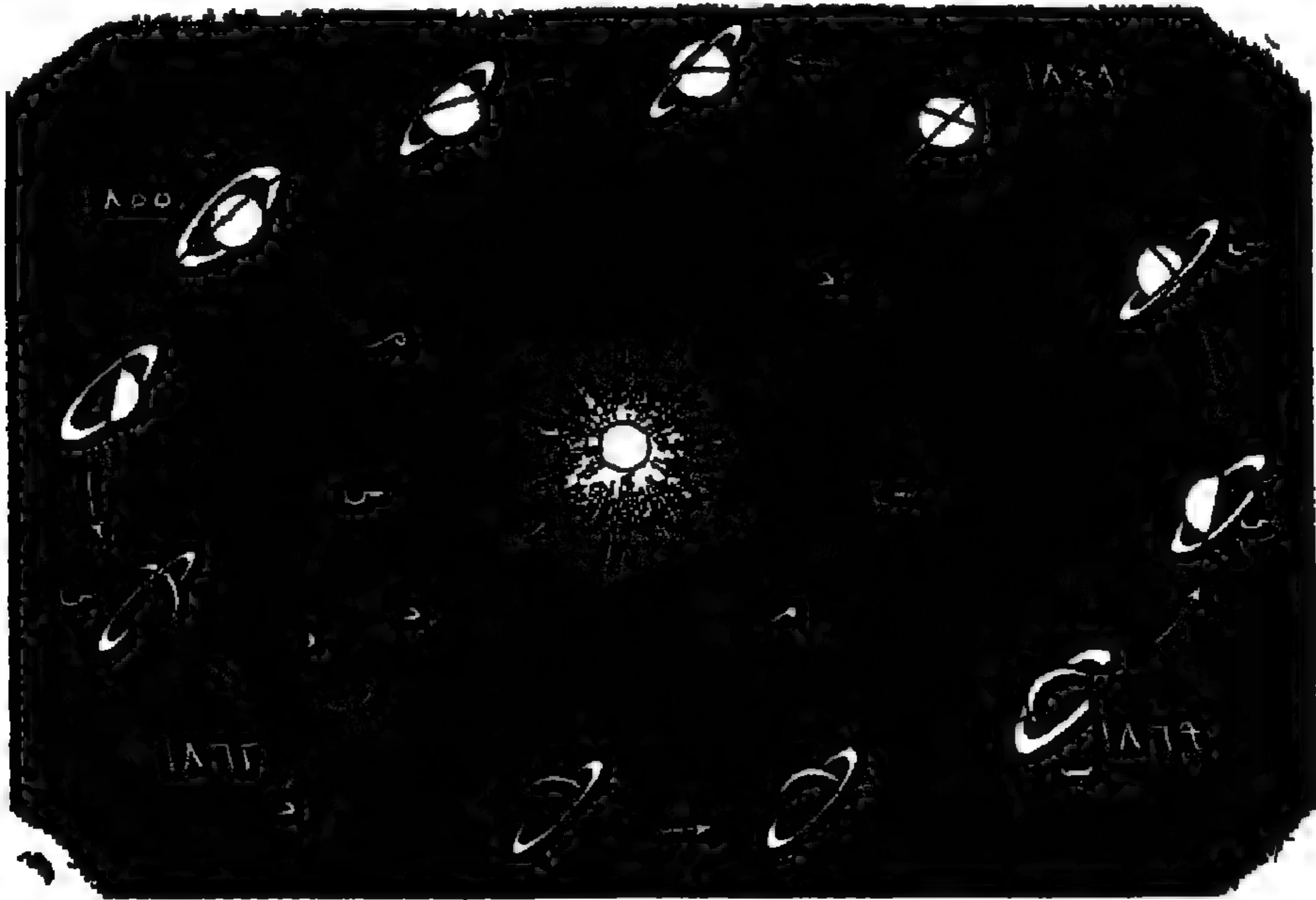
ثم باصلاح النظارات وثقوبتها رأى هيوغنس بعد ٥٠ سنة ما حير جليليو اي الحلقات فاعلن  
باكتشافه بهذا اللغز

aaaaaaaa ccccc d ccc e g h iiiiii llll mm nnnnnnnn oooo pp q rr s tttt uuuuu

معناه

Annulo cingitur tenui plauo. nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato

اي السيار محاط بحلقة دقيقة مسطحة كلها بعيد عن سطحه ومائلة على دائرة البروج  
(٢٠٠) من غرائب هذا السيار الحلقات الثلاث المحيطة به تُرى منها اثنان بنظارة معتدلة  
القوة ولاجل التمييز سُميت الخارجية A والتي داخلها B وبواسطة نظارة قوية تُرى ثلاثة C شفافة



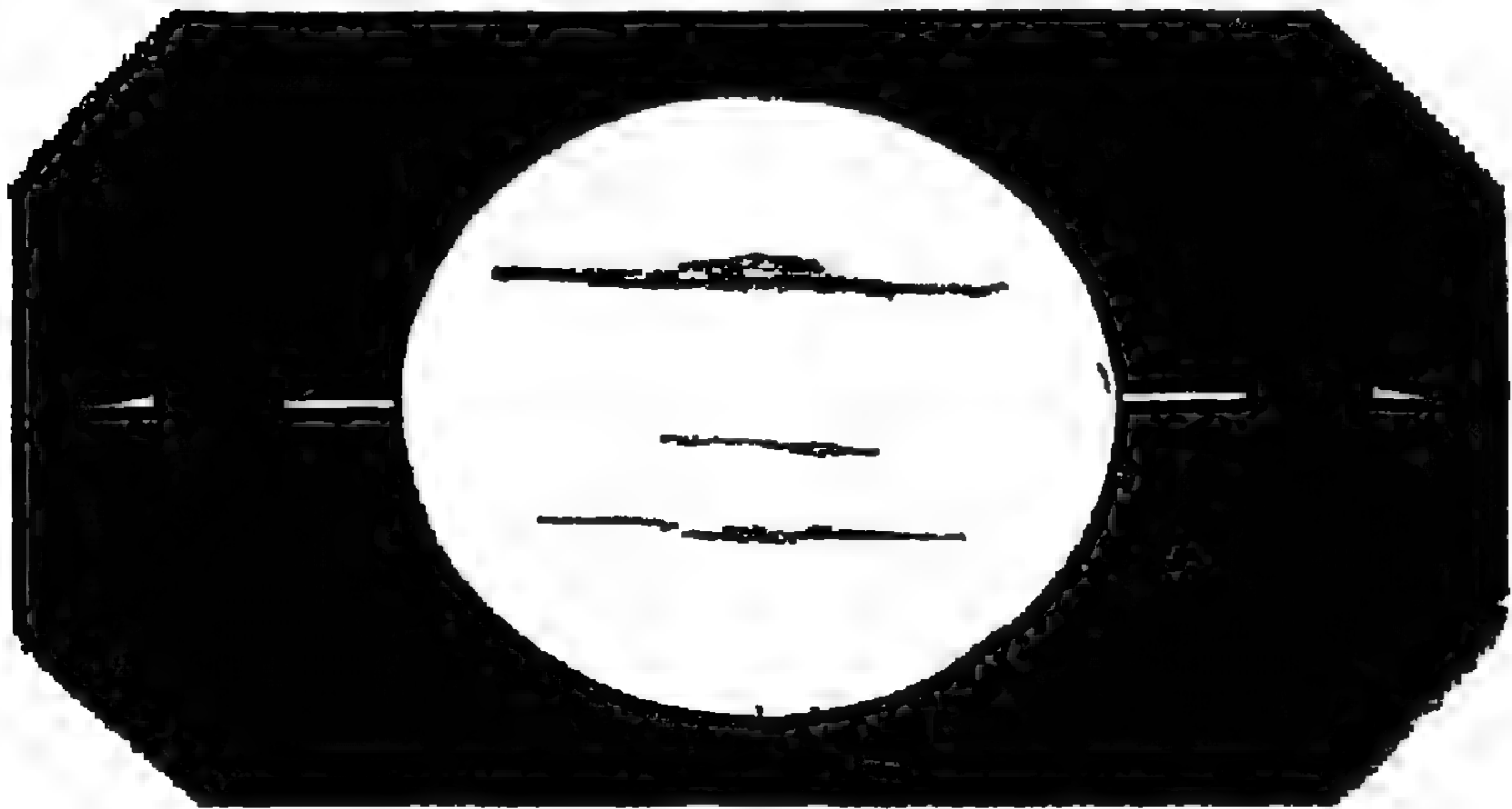
شكل ١٢٢

سُميت الحلقة الكرّيشية وهذه الحلقات لا تختلف كثيراً عن دوائر صحيفة غير اننا رايها هليجية لسبب  
النظر اليها بالورب فاذا انجھت حافتها نحو الارض تخفي عن النظر ولكونها تبقى متوازية لنفسها  
ابدأ نجھ حافتها نحو الارض كل سنة مرتين كما يتضح من شكل ١٢٢ و سطح الحلقات مائل على دائرة



البروج ٢٨ ١١ وطول عقدها الساعة ١٦٧ ٢٩ ٣٦ = ١٨ السنبلة وطول النازلة ٢٤٧ ٢٩ ٣٦ = ١٨ المحوتين وذلك لسنة ١٨٦٠ وهو يزيد كل سنة ٤٦٢ ٤٦ ٤٦٢ فعند الاولى تصعد الارض من تحت سطح الحلقات الجنوبي الى فوق سطحها الشمالي وبالعكس عند الثانية وجرم السيار ليس في مركز الحلقة تماماً بل النسيحة بينهما الشرقية على معدّل بعد زُحَل من الارض في ٢٨٨ ١١ والغربية ٧٣ ١١ ولولا ذلك ودورانها حول السيار لستطت اليه بالجاذبية اما قياسات الحلقات على معدّل بعد السيار فهي حسب رصد ستروث

|  |                      |
|--|----------------------|
| قطر الحلقة الخارجية من الخارج الى الخارج | ٤٠ ٠ ٩٥ = ١٦٩٥٣٠ ميل |
| " " " " داخل الى داخل                    | ٣٥ ٢ ٨٩ = ١٤٩٢١٠     |
| عرض " " "                                | ٣ ٤ ٠ ٣ = ١٠١٦٠      |
| قطر الحلقة الداخلية من الخارج الى الخارج | ٣٤ ٤ ٧٥ = ١٤٥٧٦٨     |
| " " " " داخل الى داخل                    | ٢٦ ٦ ٦٨ = ١١٢٧٥٨     |
| عرضها                                    | ٣ ٩ ٠ ٣ = ١٦٥٠٣      |
| المسافة بين الحلقتين                     | ٠ ٤ ٠ ٨ = ١٧٢٥       |
| بعد الحلقة من سطح السيار                 | ٤ ٣ ٣ ٩ = ١٨٣٤٦      |
| قطر السيار الاستوائي                     | ١٧ ٦٠ = ٧٤٤١٧        |

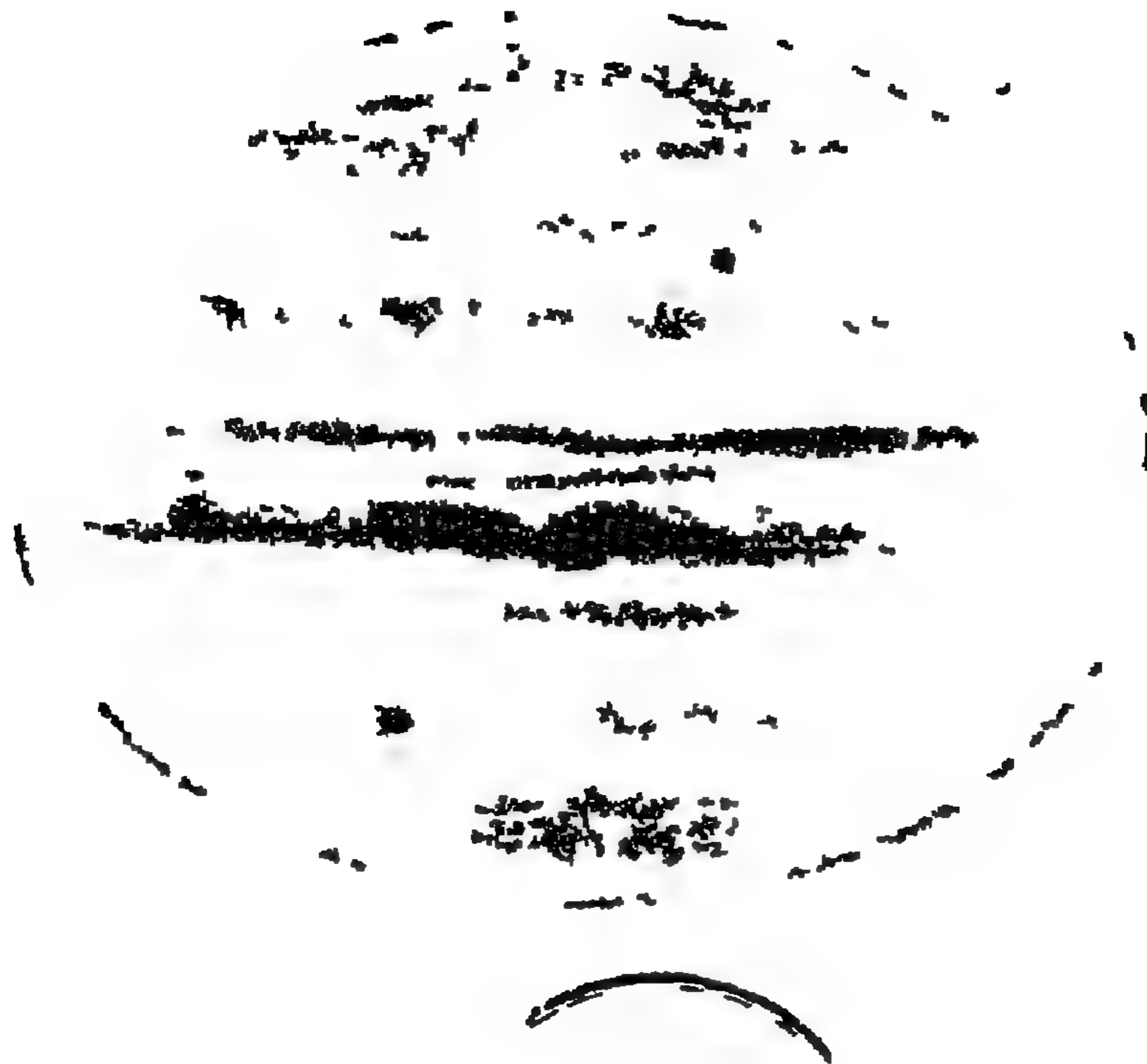


شكل ١٢٢

وقد حسب سروليم هرشل عمق الحلقات ٢٥٠ ميلاً وقد حسب العلامة بوند ٤٠ ميلاً والرأي الأرجح ان مادتها سيال لاجامد وعند مرور الارض بسطح الحلقات تُرى كما في شكل ١٢٣ و ١٢٤ (٣٠١) يتضح ما تقدم من جهة اختلاف الحلقات بشكل ١٢٢ فيو زُحَل في اقسام مختلفة من فلكه وفلك الارض داخل فلك زُحَل

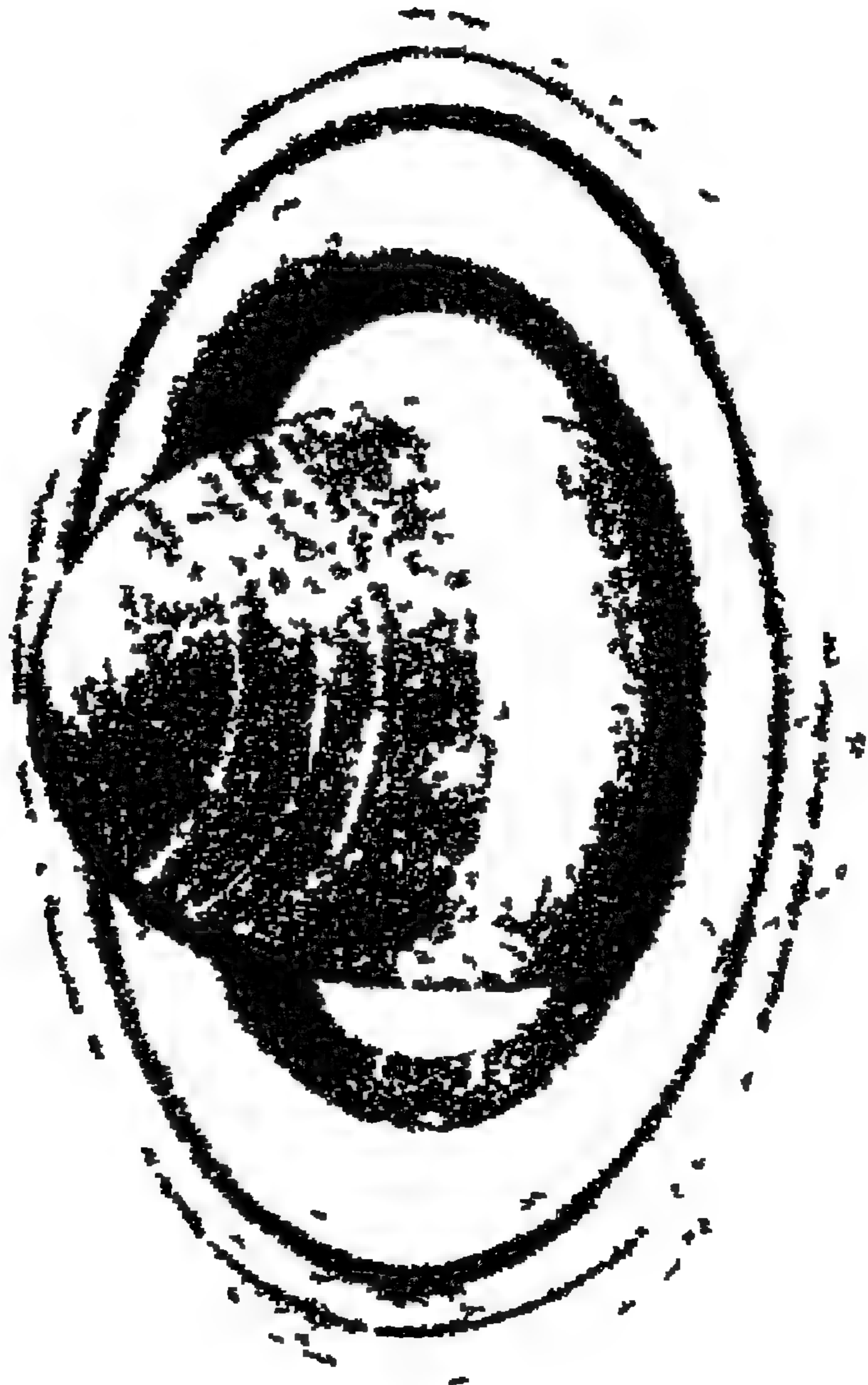


## الصورة الثامنة



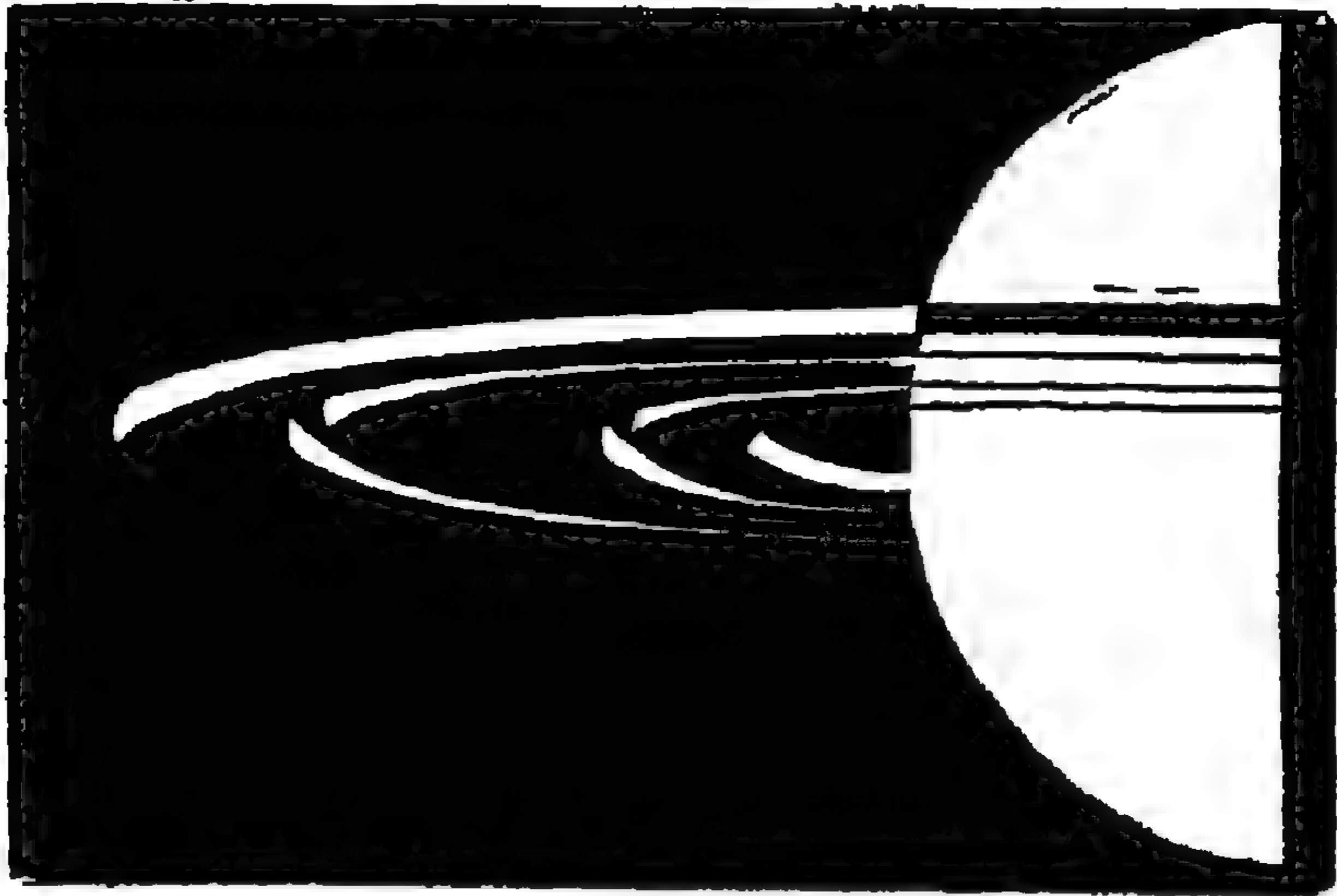


## الصورة التاسعة





فلو كانت الارض عند م وزُحَل عند ب تُرَى الحلقات على خط عمودي فتكون دائرة تامة وعند س تُرَى هليجية وعند د تختفي وهم جراً وتختفي لان عمقها نحو ٢٥ ميل على قول البعض و ٥٠ ميلاً على قول آخر وذلك لا يُشعِرُ به على بعد الارض من زُحَل. اما نور حلقة زُحَل فنور مندفع من الشمس كما يتضح من اخفاء الحلقات اذا توجه نحو الارض الوجه منها الذي الى خلاف جهة الشمس فلا تُرَى الحلقة وقد برى ظل السيار على الحلقات



شكل ١٢٤ رؤية زُحَل عند اخفاء الحلقات

(٢٠٢) عبور سطح الحلقات بقطر فلك الارض بسبب بطوه حركة زُحَل ينتضي له سنة ليكن د ي ف فلك الارض (شكل ١٢٥) و ا ب س قطعة من فلك زُحَل ولنفرض سطح الفلكين يوافق سطح القرطاس و سطح الحلقات مائل على سطح القرطاس نحو ٢٨° وملتقى السطحين المشترك على خط ا د ا ب غ ا و س ف . فحسباً تقدم بعد زُحَل عن الشمس ٩٠٥٤ أمثال بعد الارض عن الشمس فلنا

ش ا : ش د :: ٩٠٥٤ : ١ :: ١ : ١/٩٠٥٤ جيب ش ا د فتعرف الزاوية ش ا د ا و ا ش ب وهي ٦° فتكون ا ش س ١٢° ٢' او

افرض ش ا = ر

ش د = ر

ا ش س = ا = الزاوية عند الشمس التي تقسمها ا س فلان ا ش ب = ش ا د فلنا

جيب ١/٢ = ١/٢ = ١/٩٠٥٤ = ١٠٨٣' اي ا = ١٢° ٢' كما تقدم

ومن حركة زُحَل المعروفة نستعلم انه يمر على ١٢° ٢' في ١/٢٥٩ يوم اي ٦ ايام اقل من سنة



فحينما يمر زُحَل من ا الى س تكون الارض قد دارت دورة كاملة الا قليلاً اما وجود السيار عند ا فقد يوافق اية نقطة كانت من فلك الارض فيتوقف اختفاء الحلقات على موقع الارض بالنسبة الى السيار

### لاختفاء الحلقات ثلاثة اسباب

- (١) توجه حدها نحو الارض فلا تُرى الا بنظارة قوية جداً لان عمقها حسب قول هرشل ٢٥٠ ميلاً وحسب قول بوند تقابل زاوية ٠.٠١" اي عمقها ٤٠ ميلاً فقط كما تقدم
  - (٢) توجه حدها نحو الشمس فلا يقع نور على سطح من سطحها
  - (٣) وقوع سطحها بين الارض والشمس فيقع النور على السطح غير المتجه نحو الارض
- اما الاختفاء من قبل السبين الاولين فمدة وجيزة فقط لان الخط الموصل بين العقدتين يمر على قطر الشمس باقل من يومين وبتطير الارض بنحو ٢٠ دقيقة اما الثالث فيه نخفي عنا شهراً وسبعم ذلك في سنة ١٨٧٧



شكل ١٢٥

اذا كانت الارض عند ف والسيار عند ا نمر الارض على ل غ بينما يمر خط العقدتين من ا الى ب فيتلاقيان ويمر احدهما بالآخر والارض بين غ و د عند ك مثلاً فيقع سطح الحلقات بين الارض والشمس فتختفي الحلقات نحو شهرين وبعد مرور خط العقدتين على الشمس يقع النور على السطح المتجه نحو الارض فتظهر الحلقات ايضاً وقبل ما تكمل الارض نصف دورانها د ي ف يكون الخط المشار اليه قد مر على قطر دائرة الارض تاركاً اياه عند ف

اذا كانت الارض قد تقدمت من ف الى ل مثلاً عند وصول خط العقدتين الى د تمر الارض بـ بين ك و د فينجم السطح المظلم نحونا ويمر الخط بالشمس عند وصول الارض الى منتصف د ي فتظهر الحلقات ولكن قبل وصول الخط الى س ف تلحقه الارض وتنفوته ايضاً فينجم الجانب المظلم نحونا فتختفي الحلقات مرتين في سنة وقد يتصل الاختفاء الاول من هذين بالثاني فتطول بذلك مدة الاختفاء نحو ٨ اشهر

الوجه الشمالي من الحلقات يتنور بالشمس متى كان طول السيار الشمسي بين  $172^{\circ}$  و  $22^{\circ}$  و  $241^{\circ}$  و  $20^{\circ}$  والجنوبي متى كان طول الشمسي بين  $252^{\circ}$  و  $23^{\circ}$  و  $161^{\circ}$  و  $20^{\circ}$  واعظم فتح الحلقات متى كان طول الشمسي  $77^{\circ}$  و  $21^{\circ}$  او  $257^{\circ}$  و  $21^{\circ}$  ومتى انجه جانب الحلقات المظلم اليها يرى السيار مستديراً على سطحه مناطق وعلى خط الاستوائي خط دقيق اسود وذلك لا يحدث الا اذا كان بين السيار واحدتي العقدتين لحلقاته اقل من  $6^{\circ}$  و  $1^{\circ}$

(٣٠٣) اما رؤية الحلقات من السيار فمن نصفه يرى سطح الحلقات الذي نحو الشمس فتظهر مثل قناطر نيرة في الجوع عرضها وارتفاعها يختلفان باختلاف عرض المكان على السيار ويتنور السطحان وبظلمان كل ١٥ سنة على التعاقب وقسم من الحلقات في خسوف اكثر الوقت لوقوع ظل السيار عليه والشمس مكسوفة مدة طويلة في النصف المنوجه اليه سطح الحلقات المظلم (٣٠٤) لزحل ثمانية اقمار ولاجل حفظ اسمائها نظم هرشل بيت شعر لاتيني تضمن فيها اسماءها

من الابد الى الاقرب وهو

Iapetus, Titan, Rhea, Dione, Tethys Enceladus, Minos.

غيرانة قد فسد النظم بكشف لاسل وهوند قمرًا ثامنًا سنة ١٨٤٨ سمياه هيريون وهو صغير جدًا وموقعه بين بايتوس وتيتان . الداخلي منها لا يرى بنظارة بلورة الشج فيها اصغر من  $\frac{1}{6}$  فراريط فطرًا اما الاكبر تيتان فيرى مثل نجم من القدر الثامن او التاسع



افلاك سبعة من هذه الاقمار توافق سطح خط السيار الاستوائي تقريبًا و سطح الحلقات ايضا اما الابد يايتوس فملكه مائل على السطح المشار اليه نحو  $12^{\circ}$  و  $14^{\circ}$  فتري السبعة من كامل نصف كره السيار ابدا ان لم تخفف بظله

شكل ١٣٦ • زحل واقماره

نظارة بلورة الشج فيها ٣ فراريط فطرًا تري

تيتان و ٤ فراريط تري بايتوس ورهيا ودبوني و ٥ فراريط تري تش اما مباس وهيريون فلا يريهما غير اقوى النظارات الموجودة وهذا جدول مباديها

٨ = طول نقطة الرأس لما بالنسبة الى سيارها

ثم  $\pi$  = طول النقطة من افلاكها الاقرب الى الشمس

| نظائر | نقطة ذوب | نقطة غلي | قطر   |      | مدة غلي | معدل بعد  |         |         | الكشف          | الخصائص     | اسماء        |
|-------|----------|----------|-------|------|---------|-----------|---------|---------|----------------|-------------|--------------|
|       |          |          | امبال | ⊕    |         | امبال     | ق       | ظاهر    |                |             |              |
| ١٧    | ١٧٠      | ?        | ١٠٠٠  | ١٢   | ١٢٧٣    | ١٢٠٨٠٠    | ٢٠٦٠    | ٢٦' ٧٨" | ١٧٨٢ ايلول ١٧  | سروليم هرشل | (١) مياس     |
| ١٥    | ١٢٤      | ?        | ?     | ?    | ١٢٧     | ١٥٥٠٢٥    | ٤٠١٢    | ٢٤' ٢٨" | ٢٨ آب          | "           | (٢) انكيلادس |
| ١٢    | ١٠٧      | ?        | ٥٠٠   | ٠.٧  | ١٨٢١    | ١٩١٩٤٨    | ٥٠٣٩    | ٤٢' ٥٧" | ١٦٨٤ اذار      | كاسيني      | (٣) ثيس      |
| ١٢    | ٨٤       | ?        | ٥٠٠   | ٠.٧  | ٢٧٣     | ٢٤٥٨٧٦    | ٦٠٨٣٩   | ٥٤' ٥٤" | "              | "           | (٤) ديوني    |
| ١٠    | ٦٠       | ?        | ١٢٠٠  | ٠.١٧ | ٢٥١     | ٢٤٢٤١٤    | ٩' ٥٥٢  | ١٦' ١٦" | ١٦٧٢ ك         | "           | (٥) رهيا     |
| ٨     | ٢٦       | ?        | ٢٣٠٠  | ٠.٤٢ | ١٥٩٤    | ٧٩٦١٥٧    | ٢٢' ١٤٥ | ٥٦' ٥٥" | ١٦٥٥ اذار ٢٥   | هيوجنس      | (٦) تيتان    |
| ١٧    | ٢٠       | ?        | ?     | ?    | ٢١٢٩    | ١٠٠٦٦٥٦٢٨ | ٧١٢٨    | ٢٢' ٢   | ٢١٩ ايلول ١٨٤٨ | بوندرولاس   | (٧) هيريون   |
| ٩     | ٠        | ?        | ١٨٠٠  | ٠.٢٦ | ٧٩٣٣    | ٢٣١٢٨٢٥   | ٦٤' ٢٥٩ | ٢٤' ٥٢" | ١٦٧١ ث         | ١٨٢٥        | (٨) يانوس    |



| بابتوس | هبريون | تيتان  | زهيا   | ديوني  | تش     | انكيلادس | مباس   | .      |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|
| ٧٨     | ٩      | ٤٣     | ٤٣     | ٤٣     | ٤٣     | ٤٣       | ٤٣     | ٤٣     |
| ٣٤٩    | ٣٤٩    | ٣٤٩    | ٣٤٩    | ٣٤٩    | ٣٤٩    | ٣٤٩      | ٣٤٩    | ٣٤٩    |
| ٣٠     | ٣٠     | ٣٠     | ٣٠     | ٣٠     | ٣٠     | ٣٠       | ٣٠     | ٣٠     |
| ١٤٣    | ١٤٣    | ١٤٣    | ١٤٣    | ١٤٣    | ١٤٣    | ١٤٣      | ١٤٣    | ١٤٣    |
| ١٨     | ١٨     | ١٨     | ١٨     | ١٨     | ١٨     | ١٨       | ١٨     | ١٨     |
| ٨٨     | ٨٨     | ٨٨     | ٨٨     | ٨٨     | ٨٨     | ٨٨       | ٨٨     | ٨٨     |
| ٣٨٤٣٤٣ | ٣٨٤٣٤٣ | ٣٨٤٣٤٣ | ٣٨٤٣٤٣ | ٣٨٤٣٤٣ | ٣٨٤٣٤٣ | ٣٨٤٣٤٣   | ٣٨٤٣٤٣ | ٣٨٤٣٤٣ |
| ١٤٩    | ١٤٩    | ١٤٩    | ١٤٩    | ١٤٩    | ١٤٩    | ١٤٩      | ١٤٩    | ١٤٩    |
| ٥١٤    | ٥١٤    | ٥١٤    | ٥١٤    | ٥١٤    | ٥١٤    | ٥١٤      | ٥١٤    | ٥١٤    |
| ٧٥٨    | ٧٥٨    | ٧٥٨    | ٧٥٨    | ٧٥٨    | ٧٥٨    | ٧٥٨      | ٧٥٨    | ٧٥٨    |

مدة مباس نصف مدة تش ومدة انكيلادس نصف مدة ديوني و٢٧٤ دورة لمباس = ١٧٠  
 لانكيلادس = ٨٥ لد يوني الا اختلاف  $\frac{1}{11}$  يوم اي  $\frac{1}{2}$  ساعة  
 لما اخذت الحلقة سنة ١٨٦٢ انتهز الرصاد الفرصة لمشاهدة رؤية نادرة المشاهدة اي عبور ظل  
 تيتان على وجه السيار. لم يروا القمر نفسه بل شاهدوا ظله على وجه سياره وقد شاهد ذلك ايضا  
 سروليم هرشل في ٢٣ سنة ١٧٨٩  
 الرؤى السماوية على زحل لا بد من ان تكون مبهجة جدا اذ ترى الحلقات مثل قناطر ممتدة  
 من افق الى افق واقرب الاقار مباس يمر على ١٦ في دقيقة فبري من زحل يمر في دقيقتين على

قوس نعدل قطر قمرنا الظاهر

بعد ما كشف كاسيني ياينوس اخفى عنه ايضاً ثم وجدته ثانية بنظارة اكبر فتحقق ان نوره يختلف قوة وقد أكد ذلك سروليم هرشل فوجد ان نوره يقل بينما يمر على النصف الشرقي من فلكه واضعفة عدد ٧ بعد الاستقبال والنتيجة ان هذا السيار يدور على محوره وان بعض الاقسام من سطحو اصلح من بعض لتعكيس النور حتى ان بعضه يكاد لا يعكس من النور شيئاً

(٢٠٥) مادة زحل بالنسبة الى الشمس هي حسب نيوتون  $\frac{1}{30.21}$  وحسب لاپلاس  $\frac{1}{33.09}$  وحسب بوفارد  $\frac{1}{35.12}$  وحسب بسل  $\frac{1}{35.00}$  ومادة كل نظام زحل لا تختلف كثيراً عن  $\frac{1}{34.75}$  قطر الشمس الظاهر عند زحل = ٢ ومعلم ثباين السيارات عند هو على ما ياتي. عطارد ٢' ١٩' الزهرة ٤' ٢١' الارض ٦' ١' المريخ ٩' ١١' المشتري ٢٢' ٢' فالناظر من زحل لا يرى من السيارات غير المريخ والمشتري ولا يرى المريخ بسهولة بسبب بطء حركة زحل جعله الكيماويون عبارة عن الرصاص لاستعلام موقع زحل يعتمد حتى الآن على زيج بوفارد المطبوع في سنة ١٨٢١ اما اقماره فلم يصنع لها زيج بعد

### اورانوس او هرشل III

(٢٠٦) اورانوس يدور حول الشمس في ٢٠٦٨٦٧ يوماً اي ٨٤ سنة ونصف ومعدل بعده ١٧٥٣٨٥١٠٥٢ ميلاً ومباينة فلكه ٠.٤٦٦٧ اي اقل قليلاً من مباينة فلك المشتري فيبلغ معظم بعده عن الشمس ٨٢٥٠٠٠٠ ١٨٢٥٧٠ ميلاً واقربه اليها ١٢٧٩٠٠ ١٦٧٢٠٠ ميلاً وقطره الظاهر على معدله = ٢' ٩" وقطره الحقيقي نحو ٢٢٢٥٠ ميلاً وقد حسب له ميدلر نسطيماً قطبياً  $\frac{1}{3}$  وانكر ذلك غيره وربما يكون مسطحاً عند قطبيه بدون ان يكون ذلك ظاهراً كل حين لان الشبه بكرة اذا نظرت اليه على خط يوازي محوره يرى مستديراً بالتمام وميل خط الاستوائي على فلكه نحو ٧' وثقله النوعي ٨' وميل فلكه على دائرة البروج اقل من درجة واحدة

اكتشفه في ١٢ اذار سنة ١٧٨١ كان سروليم هرشل يرصد بعض النجوم الصغار بقرب H الثوابين فوقع نظره على نجم مختلف عما في جواره فتوى قوات نظارته فوجد قطر الظاهر يريد بهذه الوساطة خلاف النجوم الثوابت ثم عين موقعة وصدده مدة فوجد له حركة  $\frac{1}{2}$ " كل ساعة وعلم بذلك الجمعية الفلكية الملكية فصار كل علماء الفن يرصدونه واخذوا يحسبون له فلكاً شجيباً وان طابقت حساباتهم على الواقع بعض الايام خلت عن قريب حتى انتهى الكسل الى الصحيح وهوان

السيارة الجدد دائر في فلك هيليبي بخلاف عن دائرة قليلاً جداً  
ثم وقعت المنازلة من جهة تسمين فقال سروليم هرشل يُسمى نجم جاورجيوس اكراماً للملك  
جاورجيوس الثالث ملك انكلترا وقال لاپلاس بل يُسمى هرشل اكراماً لمكتشفه وقال بعضهم كذا  
واخرون كذا الى ان قال بود بل يُسمى اورانوس فغلب عليه هذا الاسم  
لو رصد هرشل ذلك القسم من التوأمين قبل باحد عشر يوماً اي في ٢ اذار عوضاً عن ١٣  
اذار لربما فاته حركة هذا السيارة لانه كان يومئذ في نقطة الوقوف في فلكه باعتبار الارض وكان  
قد تعين قبل ذلك نجماً ثابتاً في عدة قوائم  
للثوابت



قد حسب بعضهم ان النور الذي يستمدّه  
اورانوس من الشمس يعدل نور ٣٠٠ بدر مثل  
بدرنا . ومنه يشاهد زحل وربما المشتري ولا  
تُرى سائر السيارات  
متى كان في الاستقبال يُرى بالنظر المجرد  
اذا عرف الناظر موقعه  
على قول سروليم هرشل محور اورانوس في  
سطح فلكه فيدورانه حول الشمس ترسم الشمس  
دائرة حوله على خط لولبي فتكون في سمت  
الراس للقطبين على التعاقب  
قد شوهدت عليه بقع وكلف منها استتج  
دوران على المحور من الشمال الى الجنوب

قال البعض بثانية اقمار لاورانوس وقد شكل ١٢٧ ميل افلاك اقمار اورانوس على دائرة البروج  
تأكد منها اربعة ولا تُرى الا باقوى النظارات وميل افلاكها على دائر البروج ١٠١°  
ثم ١٨٠° - ١٠١° - ٧٩° فتكون حركتها بين عقدهما الساعة وعقدهما النازلة ( اي النصف  
الشمالي من افلاكها ) من الشرق الى الغرب باعتبار البروج



| معدل بعد | مكة نجمية    | المكتشف .            | تنبها اكتشافها | معظم التباين |
|----------|--------------|----------------------|----------------|--------------|
|          |              |                      |                |              |
| ١٢٢٨٤٩   | ٢٨٦٢٤٢       | لاس٢ ١٨٤٧ ايلول ١٤   | ٢              | (١) اريثيل   |
| ١٧١٢٢٩   | ٣ ٤١٧١٢٢٩    | أتوسنروف ١٨٤٧ ا١     | ٤              | (٢) أمبرييل  |
| ٨٢٨٠٨٦٩  | ٨٢٨٠٨٦٩      | سروليم هرشل ١٧٨٧ ك١١ | ١              | (٣) تينانيا  |
| ٢٢٧٥٦٤٨  | ٦١١ ١٢٢٧٥٦٤٨ | " " " "              | ٢              | (٤) اوبرون   |

ميل افلاكها  $\pm ٧٩$  مياينة جزئية حركة منتفخة

من رصد لاس٢ في مالطة سنة ١٨٥٢ حُسِبَت مبادي تينانيا واوبرون كما هو ادناه

(٢) تينانيا  $\frac{1}{4}$  ق فلكه على معدل بعد السيار ٨٨"٣٣ = ٢٨٨٠٨٠ ميلاً

طول العقدة الساعة  $٢٥^{\circ} ١٦٥'$

ميل فلكه  $٣٤^{\circ} ١٠٠'$

(٤) اوبرون  $\frac{1}{4}$  ق فلكه على معدل بعد السيار ٢٠"٤٥ = ٢٨٤٣٣٠ ميلاً

طول العقدة الساعة  $٢٨^{\circ} ١٦٥'$

ميل فلكه  $٣٤^{\circ} ١٠٠'$

من حركات هذه الاقار قد استُعْلِمَ مادة اورانوس وهي حسب انكي  $\frac{1}{٢٤٩٠٥}$  وحسب مبدلر

$\frac{1}{٢٤٥١٦}$  وحسب لامونت  $\frac{1}{٢٤٦٠٥}$  وحسب ادمس  $\frac{1}{٢١٠٠٠}$  وحسب بوفارد  $\frac{1}{١٧٩١٨}$  وهذه القيمة الاخيرة

قد تحققت زيادتها عن الصحيحة

لاستعلام مواقع اورانوس يستخدم زيج بوفارد المطبوع سنة ١٨٢١ غير انه ليس بصحيح والى الآن

لم يُصنع غيره

### نبتون ٣

(٢٠٧) معدل بعد عن الشمس ٢٧٤٦٢٧١٢٢٢ ميلاً ومباينة فلكه  $٠.٠٠٨٧$  فيكون

معظم بعده  $٢٧٧٠٢١٧٣٤٤$  واقلة  $٢٧٢٢٣٢٥١٢٩$  ميلاً ومدته  $١٦٤^{\circ} ٦'$  سنة =  $٦٠١٢٦$  يوماً

وقطر الظاهر يختلف بين  $٢^{\circ} ٦'$  و  $٢^{\circ} ٨'$  فيكون قطر الحقيقي  $٢٦٦٢٠$  ميلاً ولا يُعرف له تسطح

قطبي وحركته كل ساعة ١٢٠٠٠ ميل ومدته دورانه على محوره مجهولة الى الآن وكثافته نحو  $\frac{1}{٤}$

كثافة الارض

منذ نحو ٤٦ سنة اخذ العلامة ألكسس بوفارد في اصطناع زيج لحركات اورانوس وفي حساباته المبنية على رصد السيار قبل اكتشاف كونه سياراً مع التي جرت بعد اكتشافه لم يستطع ان يجعل حساباً يطابق على نوعي الرصد فترك الاول ونسك بالثاني فصنع زيجاً لم يزل مستخدماً الى الآن غير انه ليس بصحيح وذلك ليس من خلل في الزيج بل في اختلاف حركات اورانوس لم يكن معروفاً قبل وزعم بوفارد نفسه ان ذلك من قبل سيار آخر فلكه خارج فلك اورانوس وهكذا رعم كثيرون من علماء الهيئة في ذلك الوقت وفي كانون الثاني سنة ١٨٤٢ شرع الاستاذ ادمس بحسب مواقع سيار خارجي مزعوم وجوده بناءً على اضطرابات اورانوس وبعد ما اشغل بذلك نحو سنتين ارسل نتائج حساباته الى سرجاوج ابري مدبر مرصد كرينويج ولكنه لم يشهر شيئاً من ذلك في وقت وفي صيف سنة ١٨٤٥ اخذ لافريير راجع حركات اورانوس وفي آخر تلك السنة اشهر مؤلفاً به برهن عدم امكانية صدور اضطراب اورانوس من زحل ولا المشتري وفي حزيران سنة ١٨٤٦ اشهر مؤلفاً ثانياً برهن به ان ذلك من قبل سيار خارج فلك اورانوس وحسب له فلكاً كما كان ادمس قد فعل قبل ووصلت منه نسخة الى سرجاوج ابري في ٢٢ الشهر فلما راي موافقة حسابات لافريير حسابات ادمس الي بيده ارسل الى الاستاذ شالس من كمبردج في ٩ تموز يطلب اليه ان ينتش على السيار بنظاريته فشرع بذلك في ١١ تموز وفي ٢٩ ايلول وجد السيار وكان الدكتور غال من برلين ايضاً ينتش على السيار فوجد نجا زعمة اياه في ٢٢ ايلول وفي ٢٤ منه تاكد انه هو موقعة الذي وجده فيه غال طول شمسي ٢٢٦° ٥٢'

" بحساب ادمس ٢٢٩° ١٩'

" بحساب لافريير ٢٢٦°



شكل ١٢٨

من شكل ١٢٨ يتضح فعل هذا السيار في اورانوس فيه رسم فلك اورانوس ونبتون من سنة ١٧٨١ الى ١٨٤٠ فمن ١٧٨١ الى ١٨٢٢ يرى من توجيه السهام ان جاذبية نبتون اسرع حركة اورانوس فظهر مقدماً عن الموضع المحسوب له وفي سنة ١٨٢٢ كان في الاقتران وفعل نبتون انما هو جذب اورانوس الى ابعد عن الشمس بدون ان يؤثر في طول ومن سنة ١٨٢٢ الى ١٨٣٠

اخر نبتون اورانوس في حركته حتى لاشي زيادة الطول المكتسب منذ ١٧٨١ وبعد سنة ١٨٣٠

تغيرت علامة الخطاء من + الى -

لم يُرَ عليه مناطق ولا يكلف فلا يُعرف مدة دورانه على محوره  
لنبتون قمر واحد كشفه لاسل ويوند في سنة ١٨٤٦ وزعا بشأن غيران ذلك لم يؤكد بعد  
بعد القمر عن السيارة على افتراض  $\frac{1}{3}$  ق = ١ هو ١٢٠٠٠ اي ٢٢٠٠٠٠ ميل ومدته النجمية  
٥ ٨٢١ = ٨٧ ٥ ومعظم تبينه ١٨ وهو على قدر نجم من القدر الرابع عشر وحركته متفتحة  
اما مادة نبتون فقد اختلفوا فيها وهي حسب اوثرستروف  $\frac{1}{14494}$  وحسب بيرس  $\frac{1}{18780}$  وحسب  
بوندي  $\frac{1}{19400}$  وحسب سافورد  $\frac{1}{20000}$

لا يرى عن نبتون من السيارة غير زحل واورانوس  
الزيج لنبتون المعتمد عليه هو زيج العلامة سيمون نيوكومب من المرصد الاثيني في واشنطن

## الفصل الحادي عشر

### في مبادئ افلاك السيارات

(٢٠٨) ان الناظر الى السيارات من سطح الارض يراها من خارج مركز حركاتها وخارج  
سطوح افلاكها وكل رصد على سطح الارض ينتهي احالته الى مركز الشمس ثم من المعينات والفصلات  
تُحسب مبادئ قطع مخروطية في المواقع المعينة وتكون الشمس في المحترق وينتهي لذلك  
معرفة الصعود المستقيم والميل في ثلاثة مواضع ثم لكي يُحسب موقع سيار في وقت مفروض ينتهي  
معرفة سبعة اشياء تُسمى مبادئ فلكه وهي

- (١) مدة دورانه حول الجرم المركزي
- (٢) معدل بعده عن الشمس اي نصف قطر هليجتيه الاعظم او البعد الاوسط
- (٣) طول العقدة الصاعدة =  $\delta$
- (٤) ميل سطح فلكه على دائرة البروج =  $\epsilon$
- (٥) مبانة فلكه اي نسبة بعد المحترق عن المركز الى بعده عن المحيط =  $e$
- (٦) طول نقطة البعد الاقرب اي نقطة الراس =  $\pi$
- (٧) موقع السيارة في وقت ما معين



فالثالث والرابع مختصان بوضع سطح فلكه والثاني بعين مساحة فلكه والخامس هيئته (٢٠٩) موقع الشمس يُعرف من موقع الارض وبالعكس لانه بين طولها وعرضها ١٨٠° ابداً وموقع القمر الظاهر موقعه الحقيقي لاننا في مركز حركته والطول والعرض لما يُعرف من صعودها وميلها بحساب المثلثات الكروية كما تقدم (١٦٤) فصاعداً والامر ليس كذلك في السيارة فيفتضي ان نُحوّل رؤيتنا من الارض الى ما كانت لو نُظِر اليها من الشمس اي في عرف علم الهيئة مفروض موقع سيار الارضي مطلوب موقعه الشمسي

(٢١٠) المبدأ الأول مدة الدوران . تُستعلم من رصد المدة بين وصول سيار الى عقدة الى ان يعود الى تلك العقدة ثانية . فمضى كان السيار عند العقدة اي عند نقطة تقاطع فلكه ودائرة البروج يُرصد الصعود المستقيم والميل ويُحسب لافقات متعددة ومنها يُحسب الطول والعرض فمضى كان العرض صفراً لنا وقت مرور السيار بالعقدة وان كانت بين عرضين محسوبين يكون واحد منهما شمالياً والآخر جنوبياً فيستعلم وقت الوصول الى العقدة بالنسبة وتكرر هذه الرصد عند رجوع السيار الى العقدة فتُستعلم مدته ويُصلح اصلاحاً جزئياً بسبب تهاجر العقدة وتُستعلم المدة ايضاً برصد المدة بين اقتران واقتران واستقبال واستقبال كما تقدم في القمر . مثالة عبور عطارد عند الاقتران الاسفل اذا عُرف وقت حدوثه مرتين . فاقسم المدة بينهما على عدد دوراته في تلك المدة فيخرج معدل مدته القانونية

(٢١١) الامر الثاني بعد عن الشمس

ان كان السيار اسفل يُستعلم بعد عن الشمس هكذا

ليكن ش (شكل ١٢٩) الشمس وي الارض وس السيار . فس

التباين الاعظم ش ي س ثم قل ا ق : جيب ش ي س : ش ي : ش س وان كان المنحني هليجياً نستعلم ش س مراراً عديدة فتختلف قيمته ومتى كثرت هذه القيمات يُعرف معدل البعد . اما السيارات العليا فيُستعلم بعدها عن الشمس برصد تهاجرها عند الاستقبال لانه كلما زاد بعد السيار

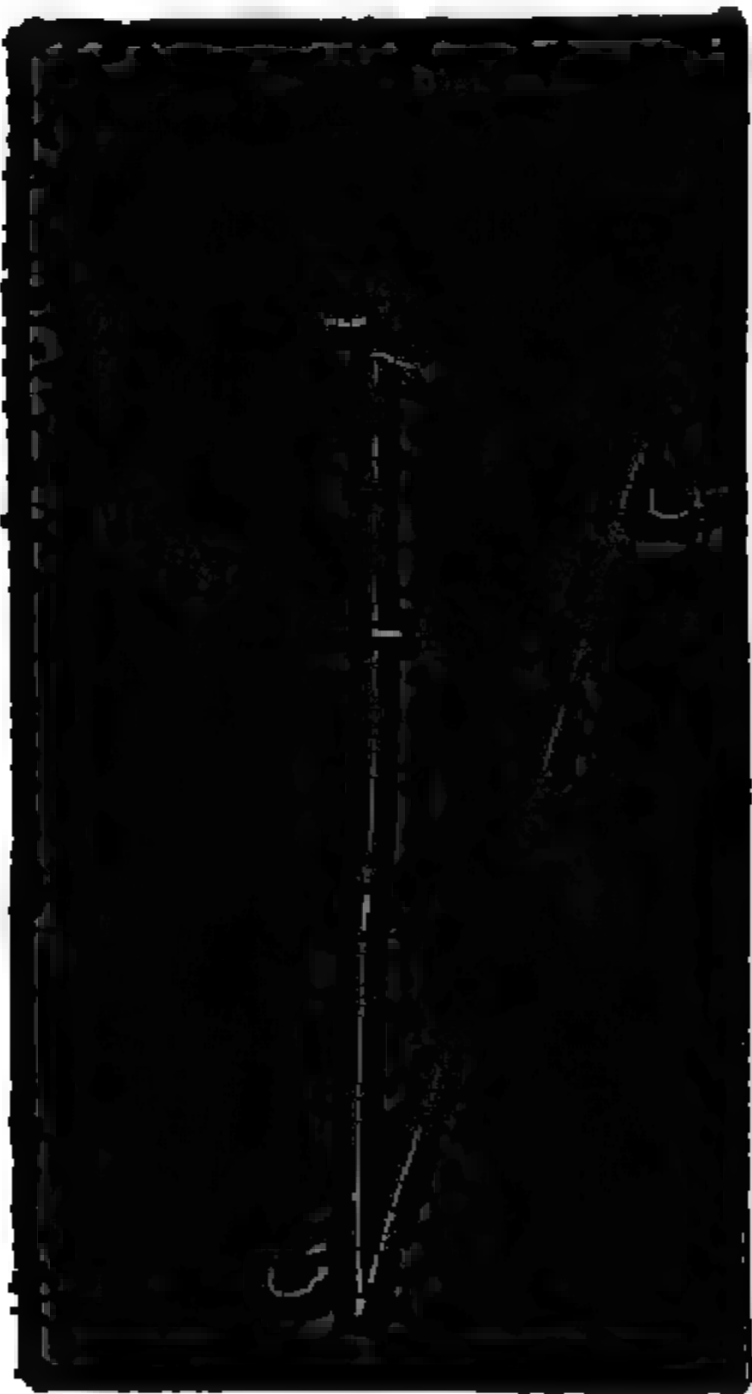
قل تهاجر الظاهر من قبل حركة الارض

ليكن ش الشمس (شكل ١٢٠) ي الارض وم سيار من السيارات العليا ولتبر ي على ي

في مدة قريبة مثل يوم واحد ويمر على م م في

تلك المدة نفسها واذ قد عُرفت مدة دوران

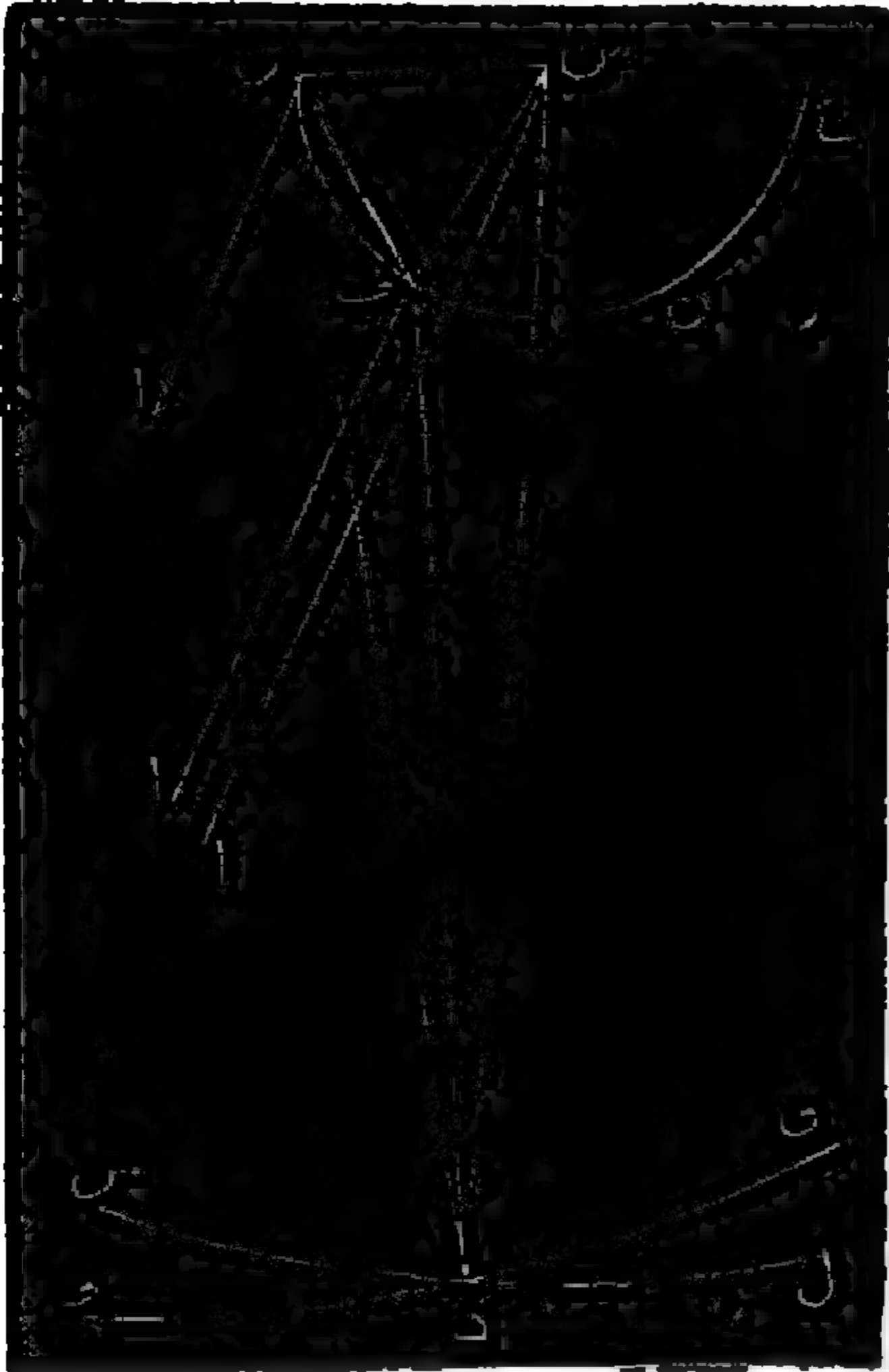
ي وم كما تقدم نعرف الزاوية ي ش ي والزاوية م ش م فتعرف فضلتهما م ش ي . ارسم



شكل ١٢٩

شكل ١٢٠

الخط  $ي م$  واخرجه حتى يلاقي  $ش م$  في  $ك$  وارسم  $ي ر$  يوازي  $ش ك$  فالزاوية  $ك ي ر$  هي قياس  
التقهقر في يوم واحد اي في مدة مرور الارض على  $ي ي$  والسيار على  $م م$  وتعرف بالرصد والزاوية  
 $ش ك ي = ك ي ر$  فتعرف الزاوية الثالثة  $ك ي ش$  فتعرف في المثلث  $م ش ي$  كل الزوايا  
والضلع  $ش ي$  فيستعلم من ذلك  $ش م$  وهذا العمل يكرر عند كل استقبال فيعرف معدل البعد  
عن الشمس



شكل ١٢١

(٢١٢) الامر الثالث طول العقدة الصاعدة  
لتكن  $ش$  الشمس (شكل ١٢١) و  $ي ن غ$  فلك  
الارض و  $و د ق$  قسما من فلك سيار و  $س د ل$  قسما  
من قوس في سطح دائرة البروج بنقطع فلك السيار في  
 $د$  فيكون  $ش د$  خط العقدين وليكن  $ي آ ف آ ش آ$   
خطوطا متوازية نحو الاعتدال الربيعي ولنغرض الارض  
عدي  $ي$  والسيار عند العقدة  $د$  فتكون النقطة  $ي و د$   
و  $ش$  في سطح دائرة البروج و  $اي د = طول د$   
و  $اي ش = طول الشمس$  و  $د$  استعلام هذين  
الامرين نعرف فضلتهما  $ش ي د$  ثم ليذكر السيار دورة  
كاملة حتى يعود الى  $د$  ايضا وتكون الارض حينئذ عند

$ف$  فيستعلم كما تقدم الطول  $آ ف د$  وطول الشمس  $آ ف ش$  وفضلتهما  $ش ف د$  واذ قد  
عرفت المدة بين  $ي و ف$  يعرف  $ش ي ش ف$  والزاوية  $ي ش ف$  فيعرف  $ي ف$  والزاوية  
 $ش ي ف$  و  $ش ف ي$  فيعرف  $د ي ف و د ف ي$  والضلع  $ي ف$  معروف فيستعلم  $ف د$   
وفي المثلث  $ش ف د$  لما  $ش ف و د$  و  $ش ف د$  فيستعلم  $ف ش د$  و  $د ش ف$  منها  $آ ش ف$   
(= كال  $آ ف ش$ ) فتبقى  $آ ش د = طول العقدة الشمسي$  ويتكرر هذا العمل استعلم تقهقر العقدة  
وهو بعض الدقائق في كل مئة عام

(٢١٣) الامر الرابع ميل فلك السيار على دائرة البروج

استعلم من الزيجات وقت اتفاق طول الشمس وطول العقدة الشمسي واستعلم لتلك اللحظة  
طول السيار الارضي وعرضه الارضي ثم (شكل ١٢٢)

ليكن  $ي$  الارض و  $ش$  الشمس و  $ف$  موقع السيار و  $ن و$  خط العقدة على استقامة  
 $ي ش و ي آ$  جهة الاعتدال الربيعي ارسم  $ي ف$  واجعله نصف قطر وارسم سطح كرة بقطع

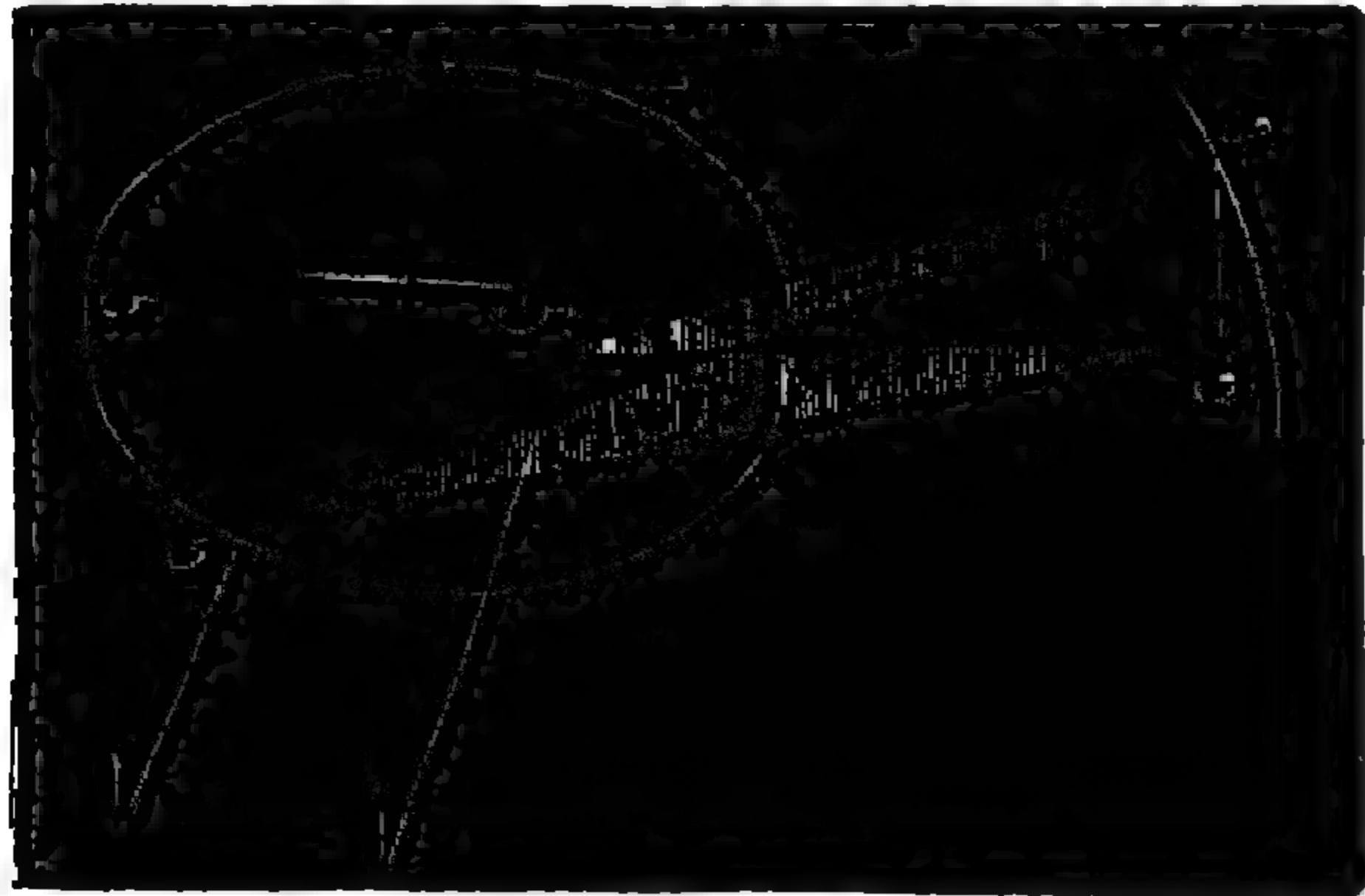


شماره ۱۲۲

ونظیر ماس ف ب ق =  $\frac{\text{جیب ب ف}}{\text{ماس ف ق}}$

(01)

لتكن ش (شكل ١٢٢) الشمس ي الارض ي ب س فلكها ف السباري ا ش آ جهة  
 الاعتدال الربيعي . ا ر س م ف ق عمودياً على سطح فلك البروج ا ي ق = طول السبار الارضي  
 وآ ش ق طول الشمس ي ف ي ق = العرض الارضي وف ش ق العرض الشمسي وش ي ف

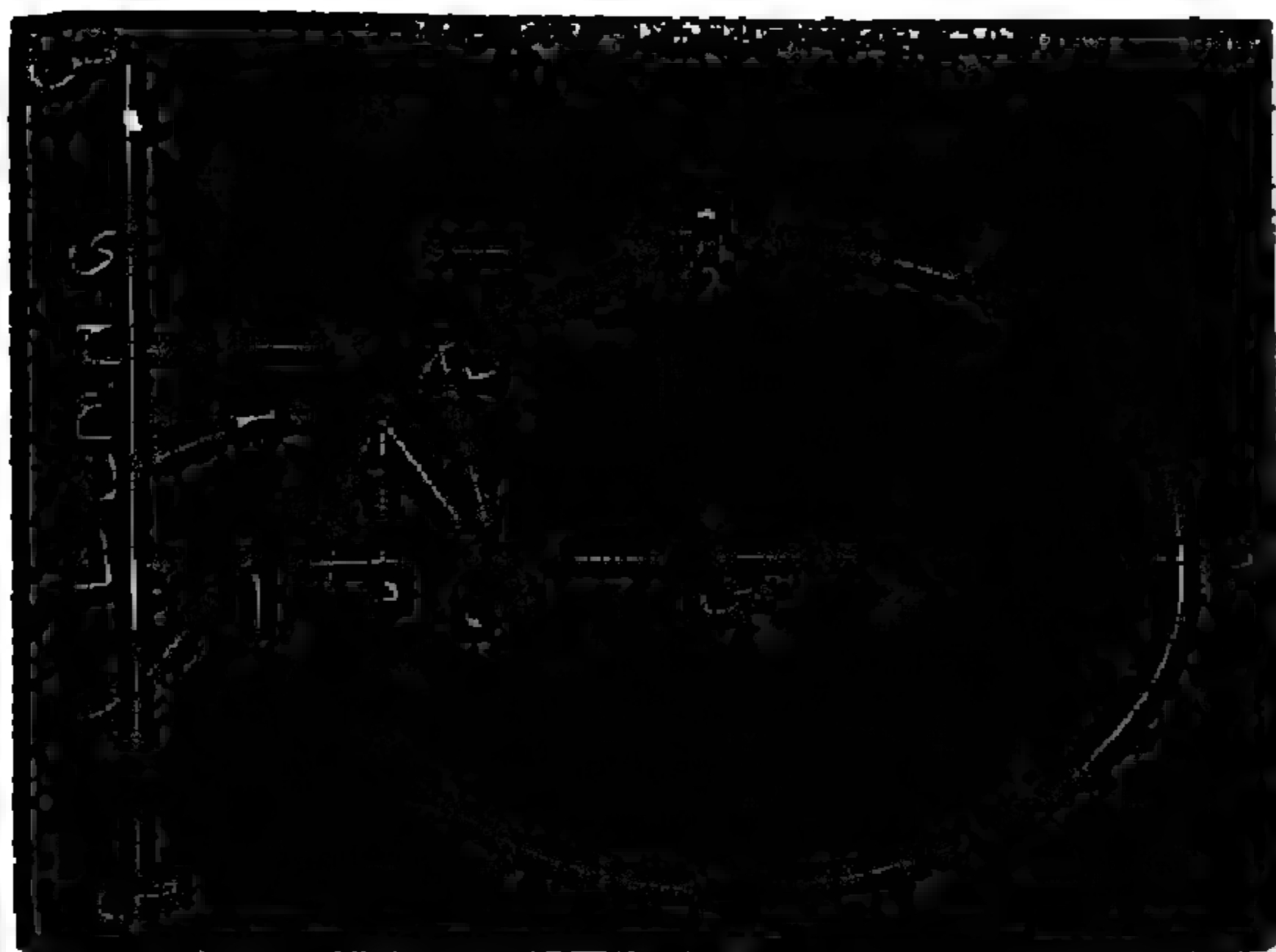


۱۷۷

والزاوية  $ق ي ش$  ( $= ا ي ش - ا ي ق$ ) فيستعلم  $ق ش ي$  وق  $ش$ . اطرح  $ي ش آ$   
(اي كمال  $ا ي ش$ ) من  $ق ش ي$  فتعرف  $آ ش ق$  وهي طول ف الشمس. ثم في المثلث



الاقرب الى الشمس (شكل ١٢٤)



شکل ۱۳۴

يتعين في فلک ثلاث نقط م ون وف  
حسب ما تقدم فيكون س م س ن س ف  
اقطار حاملة ا رسم ن م ن ف فيعرف المثلثان  
م ن س ن ف س اخرج ن م حتى تكون  
نسبة ن ر م ر ن س م س فتعين  
نقطة ر واجعل ن ل ف ل ن س  
ف س فتعين نقطة ل وارسم الخط ص ص  
ما را على ر ول فهو الخط المرشد لقطع

المخروط المار في م ون وف. ارسم عليه اعمدة من س وم ون وف فمحور المنحنى هو في ك س بعد  
اخرجه والنسبة س م : م غ هي النسبة لكل نقطة من المنحنى. انظر كتابي في التعاليم صحيفة ٢٦٢  
ارسم م د عموداً على ك س فالزاوية ل ن س هي الزاوية الخارجة للمثلث ن ف س وهي  
معروفة. اطرح منها م ن س تبقى ل ن ر ولما الضلعان ل ن ن ر فنستعلم الزاوية عند ر  
ولنا م ر من المثلث م غ ر فنستعلم م غ والزاوية غ م ر و ١٨٠ - (غ م ر + م ر س) =  
م س د وم س معروف فنستعلم د س. وغ م + د س = س ك اي بعد المحترق عن الخط  
المرشد فلاجل استعمال البعد الاقرب اقسام س ك بحيث تكون نسبة س ا : ا ك :: س م : م غ  
فנקطة ا هي البعد الاقرب

وللبعد الأبعد اخرج ك س الى ب بحيث تكون نسبة س ب : ب ك :: س م : م غ فتكون نقطة ب البعد الأبعد

انصف اب في س واقسم س س على ا س فالتخرج مباينة الملك  
اما طول نقطة البعد الاقرب فيعرف من م س ا لان طول س م يعرف من اول العمل  
بالرصد كما تقدم

• في معرفة اقدار الاجرام بالمقابلة بين افلاك اقمار دائرة حولها  
(٢١٦) معرفة اقدار الميولي في الاجرام السموية امر مستغرب عند عامة الناس ولكنه معروف بالتدقيق من قواعد المجاذبية العامة

لفرض ج = جاذبية جرم وم = قدر الهبوط فيه وبعد د فقد تقدم ان ج يتغير بالاستقامة  
كمقدار الهبوط فيه وبالقلب كربع البعد اي ج  $\propto \frac{1}{r^2}$  وقد تبين ايضا ان قوة الجاذبة تتغير  
كالبعد وبالقلب كربع المدة اي كالبعد مقسوماً على مربع وقت الدوران اي ج  $\propto \frac{1}{r^2}$  حيث و =  
وقت الدوران فبالمساواة  $\frac{1}{r^2} \propto \frac{1}{r^2}$  وم  $\propto \frac{1}{r^2}$  اي مقدار الهبوط في جرم مركزي هو كعكس البعد  
وبالقلب كربع مدة الدوران اية مكعب البعد على مربع وقت الدوران فللمقابلة بين الشمس التي  
تدور حولها الارض والارض التي تدور حولها القمر لنا

الارض وعلى هذا الاسلوب قد استعلم ان قدرها = ٦٧٤ مرة قدر السيارات جميعها معاً

مثال ١ لو كانت مادة الارض تعدل مادة الشمس فبكم من الوقت كان القمر يدور حولها  
على افتراض بعده مثل بعده الآن

ليكن ك الوقت المطلوب فلنا  $1 : 238048 :: \frac{1}{(17423)^2} : \frac{1}{(21430000)^2} = 1 : 55$

مثال ٢ كم يجب ان يزيد جرم الارض لكي يدور القمر حولها في نفس مدته المحاضرة اذا بعد  
عنها ثلاثة امثال ما هو الآن

مثال ٣ بعد المشتري عن الشمس ٤٩٦٠٠٠٠٠٠ ميل ومدته ١٢٢٢ يوماً وقمره  
الرابع بعيد عنه ١٢٠٠٠٠٠ ميل ويدور حوله في ١٦ يوماً ١٦ : ٣١ فاهي نسبة المشتري الى  
جرم الشمس

مثال ٤ القمر يدور حول الارض في ٢٧ ٢٢ يوماً على بعد ٢٣٨٦٥٠ ميلاً وقمر المشتري  
الثاني يدور حوله في ٢٥٢ ٥٥٢ ايام على بعد ٤٤٢٩٠٠ ميل فاهي نسبة جرم الارض الى جرم المشتري  
الجواب ١ : ١٠٤٨

(٢١٧) جرم السيارات التي لها افار تُعرف بمقايضة اوقات دوران القمر حول السيارات على  
دوران السيارات حول الشمس وبذلك تُعرف نسبة اجرامها بالنسبة الى الشمس والتي ليس لها افار  
تُعرف اجرامها بغيرها في غيرها لاضطراب حركاتها . مثالة فعل القمر في المد والجزر يستدل به على  
جرمه وفعل الزهرة في اضطراب حركة الارض يستدل به على جرمها

(٢١٨) كثافة الاجسام تتغير كاجرامها مقسومة على حجمها فان عرفنا الجرم والحجم نعرف  
الكثافة بالنسبة الى كثافة الارض التي تُحسب واحداً ويُعرف ثقلها النوعي بنسبة كثافتها الى كثافة  
الماء فتوزن الاجسام السموية كما توزن المواد الارضية وقد ذُكرت الكثافة والثقل النوعي ( انظر  
صفحة ١٦٥ )



## في ثبوت النظام الشمسي

(٢١٩) ان التغيير الحاصل لحركة سيار من جراء فعل آخر فيه قليل جداً في دوران واحد ولكن هذا التغيير القليل في تمادي الادوار يبلغ الى تغيير عظيم ان بقي على حاله وتخرج من ذلك مسائل معتبرة منها هل لا يؤول ذلك الى ملاشاة الترتيب الحسن الذي نراه الآن وبالنتيجة الى خراب النظام الشمسي تماماً فان زادت مباينة فلك الارض شيئاً فشيئاً او اقترب القمر الى الارض قليلاً في كل دورة أفلا تتغير فصولنا تماماً بالاول ولا يقع القمر الى الارض اخيراً بالثاني وهكذا في بقية السيارات وهذه التغييرات حادثة كما يُعلم من الرصد في ادوار متتابعة وحركة القمر الآن اسرع مما كانت قد يما وميل دائرة البروج  $\frac{1}{2}^\circ$  اقل مما كان في عصر ارسططاليس ولكنه قد تحقق ايضاً ان هذه التغييرات لها حد معلوم وبعد بلوغها فلا ذلك الحد تعود الحركات راجعة الى ما كانت عليه حسباً برهنة لا كرايج ولا بلاس من قواعد الجاذبية العامة فلا يمكن لافلاك السيارات ان تتغير كثيراً عما هي عليه ولا لدائرة البروج ان تطابق على خط الاستواء

(٢٢٠) في النظام الشمسي كل ما كان جرم السيار اعظم كانت مباينة فلكه اقل فنرى الاصغر مثل النجوم وعطارد والمريخ مباينة افلاكها كثيرة وكلها صغيرة جرة ومباينة فلك المشتري قليلة جداً وذاك يؤول ايضاً الى منع خروجها كثيراً عن افلاكها الحاضرة ومن هذه الاسباب بزال كل خوف من جراء عدم ثبوت النظام الشمسي

(٢٢١) بين السيارات نسبة ثابتة من جهة سرعتها وبعدها عن الشمس وجاذبية الشمس لها حتي اذا عُرِقت نسبة سيار الى سيار من جهة امر واحد من هذه الثلاثة يُعرف الاخران

لفرض  $R =$  معدل البعد  $T =$  مدة الدوران  $V =$  السرعة  $W =$  الجاذبية ولنفرض  
 $V =$  البطوة  $=$  مكفوء السرعة اي  $\frac{1}{T}$  ول  $=$  الحفة اي مكفوء الجاذبية اي  $\frac{1}{W}$   
 ثم حسب (ع١٤)  $V \propto \frac{1}{T^2} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W}$  :  $V \propto \frac{1}{T^2} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W}$

وبموجب قاعدة كبلر الثالثة

$$T^2 \propto R^3 : R^3 \propto \frac{1}{V^2} : \frac{1}{V^2} \propto \frac{1}{W} \propto \frac{1}{R^3}$$

$$\text{ثم } V \propto \frac{1}{T^2} : \frac{1}{T^2} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{V^2} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W} \propto \frac{1}{R^3}$$

$$\text{وايضاً بحيث ان } V \propto \frac{1}{T^2} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{V^2} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W} \propto \frac{1}{R^3}$$

$$\frac{1}{V^2} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{V^2} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W} \propto \frac{1}{R^3}$$

حسب قاعدة الجاذبية ج  $\frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W} \propto \frac{1}{R^3}$  ول  $R$  وقد تقدم ان  $V \propto R$

$$V \propto R \propto \frac{1}{V^2} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W} \propto \frac{1}{R^3} \propto \frac{1}{W} \propto \frac{1}{R^3}$$



ص ص ر ص ت ص ل ص فلنا مكفوء السرعة ص والبعد ر  
والمدة ت ومكفوء الجاذبية ل وبَدَل على تناسب بعضها الى بعض بالسلسلة الهندسية ص ص  
ص ص فيها الحلقة الاولى = التناسب

(٢٢٢) لاجل استخدام هذه التناسبات اذا قُرِضت سرعة سيارين فخذ مكفوءها فلان  
تناسب ص للاتنين فترقي حلقات هذه السلسلة الى القوة الثانية والثالثة والرابعة حسبما تقتضيه  
المقابلة بين الاثنين من جهة راوت او ل

اذا قُرِض تناسب البعد او المدة او الجاذبية بين الاثنين فاستخرج الجذر المدلول عليه بدليل  
ص لكي تستعلم التناسب من جهة ص ثم يتم العمل كما تقدم

مثال ١ مدة النجوم بلاس  $\frac{1}{2}$  سنين فكم يزيد بعد عن الشمس على بعد الارض عنها وكم  
يُجَذَّب اقل من الارض الى الشمس وكم تبطو حركته عن حركة الارض

لنفرض ت ص رل للارض وت ص رل للباس ثم

$$ت : ت :: ١ : ٦٦٧$$

$$\frac{1}{2} : \frac{1}{2} :: (٦٦٧) : ١ :: ص : ص ::$$

ص : ص :: ١ : ٦٧٢ اي سرعة الارض ٦٧٢ اكثر من سرعة بلاس

ثم ر : ر :: ١ : (٦٧) اي زيادة بعد بلاس عن الشمس فوق بعد

الارض عنها

وايضاً ل : ل :: ١ : (٦٧) اي جبه الشمس تجذب الارض نحو ٨

مرات اكثر مما تجذب بلاس

(٢) كم تكون مدة سيار يدور حول الارض عند سطحها

بعد القمر =  $٦٠ \times \frac{1}{2}$  في الارض تقريباً فبعد هذا السيار: بعد القمر :: ٦٠ :

$$ص : ص :: ١ : (٦٠) :: ت : ت :: ١ : (٦٠) :: ١ : ٦٦ : ٤٦٤$$

ومدة القمر ٢٧ ٢٢ يوماً = ٦٨ ٦٥٥ ساعة فتكون مدة السيار  $\frac{٦٥٥ \times ٦٨}{٤٦٤} = ١١١$  ساعة

= ٣٩ ٣٤ تقريباً

(٣) كم يجب ان تسرع الارض حتى تخسر الاجسام على خط الاستواء كل وزنها

هذه هي نفس حالة السيار المذكور في المثال الثاني مدته ١١١ ساعة و  $\frac{٢٤}{١٢٤١١} = ١٧$  فلو

اسرعت الدورة اليومية على المحور ١٧ مرة لخسرت كل الاجسام على خط الاستواء وزنها ودارت

دورة مستقلة

مثال ٤ ما هي مدة جرم دائر حول الارض على بعد ٥٠٠٠ ميل عن مركزها  
الجواب  $٥٩٣١^{\circ} ٢٣ \frac{1}{4}$

مثال ٥ الى كم يجب ان يبعد القمر عن الارض لكي تصبح مدته سنة

الجواب ١٢٤٤٠٠٠ ميل

مثال ٦ لو كشف سيار حركته اليومية خمسة امثال حركة عطارد اليومية فكم تكون بعده  
عن مركز الشمس  
الجواب ١٤٨٠٠٠٠ ميل

مثال ٧ الفجر الكبير المذنب سنة ١٨٤٢ كان عن مركز الشمس عند البعد الاقرب  
٥٢٢٠٠٠ ميل فاي سرعة كل ساعة

مثال ٨ كم يجب ان يزيد جرم الارض لكي يدور حوله القمر في ٢٤ ساعة على بعده الحاضر  
مثال ٩ اذا قذفت مواد من بركان في القمر نحو الارض ايت تكون على موازنة بينها على  
افتراض جرم القمر  $\frac{1}{8}$  من جرم الارض

الجواب ٢٤٠٠٠ ميل من مركز القمر تقريباً

مثال ١٠ على افتراض عدم وجود جرم في الكون غير كرة قطرها قيراطان كثافتها كثافة  
الارض ولها قمر نقطة كم تكون مدة القمر على بعد قدم اذا دار في دائرة نامة

الجواب  $١٣٣١٠ \frac{1}{2}$

قد تقدم ان الجاذبية تتغير بالاستقامة كاللادة وبالقلب كربع البعد والنور بالاستقامة كاللادة  
او مقدار الجسم النير وبالقلب كربع البعد

مسئلة. اذا فرضت مادة الارض ٧٥ مرة مادة القمر والبعد بينها ٢٠ مرة قطر الارض ووصل  
بين مركزيها بخط فابن على ذلك الخط تكون الجاذبية نحو احدهما متساوية للجاذبية نحو الآخر

افرض س = مادة القمر وب = مادة الارض ود = البعد بينهما وك = بعد النقطة  
المطلوبة من مركز الارض فيكون الباقي (د - ك) وبالمبدأ المذكور

$$ك : (د - ك) :: ب : س \quad س ك = \frac{ب}{د} + (د - ك)$$

$$ايجاباً ك = \frac{د ب}{ب + س} \quad ود - ك = \frac{د س}{ب + س}$$

وبالمفروض د = ٢٠ ب = ٧٥ وس = ١

$$ك = \frac{٢٠ \times ٧٥}{١ + ٧٥} = ٢٦ \frac{2}{3} \text{ تقريباً} \quad ود - ك = ٢١ \text{ تقريباً}$$

$$\frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}} \quad \text{و} \quad \frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}}$$

$$\frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}} \quad \text{و} \quad \frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}}$$

$$\frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}} \quad \text{و} \quad \frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}}$$

ايه الجاذبية نحو الارض تعدل الجاذبية نحو القمر ايضاً على الخط المذكور الى الجهة المتقابلة من القمر تعدل ٢٢٩ مرة قطر الارض

مسئلة . اين على الخط المشار اليه تكون جاذبية الارض ١٦ مرة جاذبية القمر افرض ك = البعد عن الارض د - ك = البعد عن القمر وجاذبية الارض =  $\frac{16}{(د - ك)}$  وجاذبية القمر =  $\frac{1}{(د - ك)}$  بشروط المسئلة

$$\frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}} \quad \text{و} \quad \frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}}$$

$$\frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}} \quad \text{و} \quad \frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}}$$

$$\frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}} \quad \text{و} \quad \frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}}$$

$$\frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}} \quad \text{و} \quad \frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}}$$

اي ٥٥٧ مرة قطر الارض في الجهة المتقابلة

لو فرض عدد آخر غير ١٦ تظهر في العبارة المذكورة على صورة  $\overline{س}$  فلو قيل اين تكون جاذبية الارض ن مرة جاذبية الارض على الخط المذكور لنيل بالعبارات المذكورة

$$\frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}} \quad \text{و} \quad \frac{\overline{د} - \overline{ب}}{\overline{د} - \overline{س}} = \frac{\overline{د} - \overline{ك}}{\overline{د} - \overline{س}}$$

وهذه القاعدة تصح في اي جسمين فرضاً وتصح في نسبة نور جسمين كما تصح في جاذبيتها اذا فرضت نسبة نور احدهما الى نور الآخر على بعد محسوب واحداً

وتصح القاعدة ايضاً اذا فرض البعد بين جرمين وطالب النور النسبي او الجاذبية النسبية بينهما

مثال . مفروض بعد المريخ وبعد القمر عن الارض مطلوب نسبة نور احدهما الى نور الآخر

لو كانا على مساحة واحدة لنيل مقداراً واحداً من نور الشمس على بعد واحد واذا اختلف البعد



فالنور يختلف كالمساحة وبالقلب كربع البعد

مساحة الكرات هي بالنسبة الى كعوب اقطارها ولنفرض  $م =$  قطر المريخ و  $م =$  قطر القمر

ور = بعد المريخ عن الشمس ور = بعد القمر عن الشمس

فنور المريخ =  $\frac{م^2}{ر^2}$  ونور القمر النسبي  $\frac{م^2}{ر^2}$

ثم من انعكاس النور منها الى الارض يقل بالنسبة الى مربع بعد الجرمين المذكورين عن الارض

افرض د = بعد المريخ عن الارض

د = " القمر " " "

فحينئذ  $\frac{م^2}{ر^2} =$  نور المريخ عند ادارة كل وجهه المنور نحو الارض و  $\frac{م^2}{ر^2} =$  نور البدر

فلنحسب نور المريخ وهو في الاستقبال واحداً

ولنفرض نور القمر البدر بالنسبة الى نور المريخ ك فلنا

$$\frac{م^2}{ر^2} : \frac{م^2}{ر^2} : 1 : ك$$

$$ك = \frac{م^2}{ر^2} \times \frac{ر^2}{د^2} \times \frac{د^2}{م^2} . \text{ بكفي في هذا الكسر معرفة نسبة م الى م ور الى ر}$$

$$م = ٤٠٠٠ \text{ تقريباً } م = \frac{٤٢}{٨٠} ٢١٥٠$$

$$ر = ١٤٤٠٠٠٠٠٠ \text{ ور} = \frac{١٤٤}{٩٥} ٩٥٠٠٠٠٠٠$$

$$د = ١٤٤٠٠٠٠٠٠ - ٩٥٠٠٠٠٠٠٠ = ٤٩٠٠٠٠٠٠٠ = \frac{٤٩}{٢٤} ٢٤٠٠٠٠٠$$

$$وك = \left(\frac{٤٩}{٨٠}\right) \times \left(\frac{١٤٤}{٩٥}\right) \times \left(\frac{٤٢}{٨٠}\right) = ٢٧٦١١$$

اي نور البدر ٢٧٦١١ مرة نور المريخ عند الاستقبال وهو على معظم نوره

مسئلة . ما هو نسبة نور المشتري الى نور زحل عند الارض عند استقبالها على افتراض نسبة

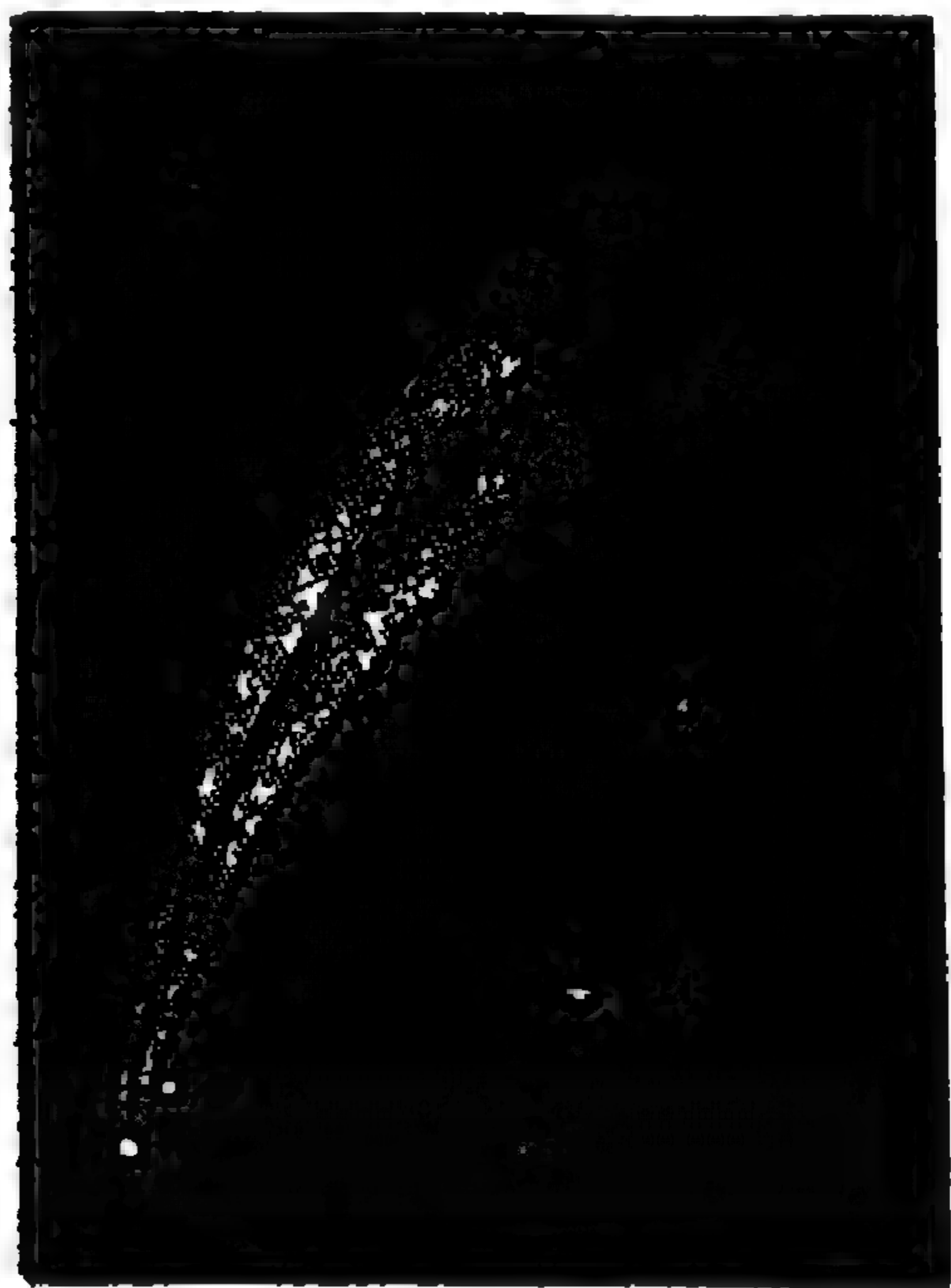
قطر المشتري الى قطر زحل :: ١١١ : ٨٣ وبعد الثلاثة الاجرام النسبي عن الشمس ١٠ و ٥٢ و ٩٥

الجواب اذا حسب نور زحل واحداً يكون نور المشتري ٢٤٤٥ تقريباً

## الفصل الثاني عشر

### في النجوم المذنبية والنيازك او الشهب

(٢٢٣) لنجم ذي ذنب غالباً ثلاثة اجزاء وهي النواة او اللب واللحمة والذنب اما النواة فهي نقطة بيضاء نيرة في وسط الراس واما اللحمة او الشعر فهي مادة سحابية محيطة بالنواة وكثير منها لا يرى لها نواة اما الذنب فكانه امتداد للحمة وذلك احياناً الى طول عظيم جداً



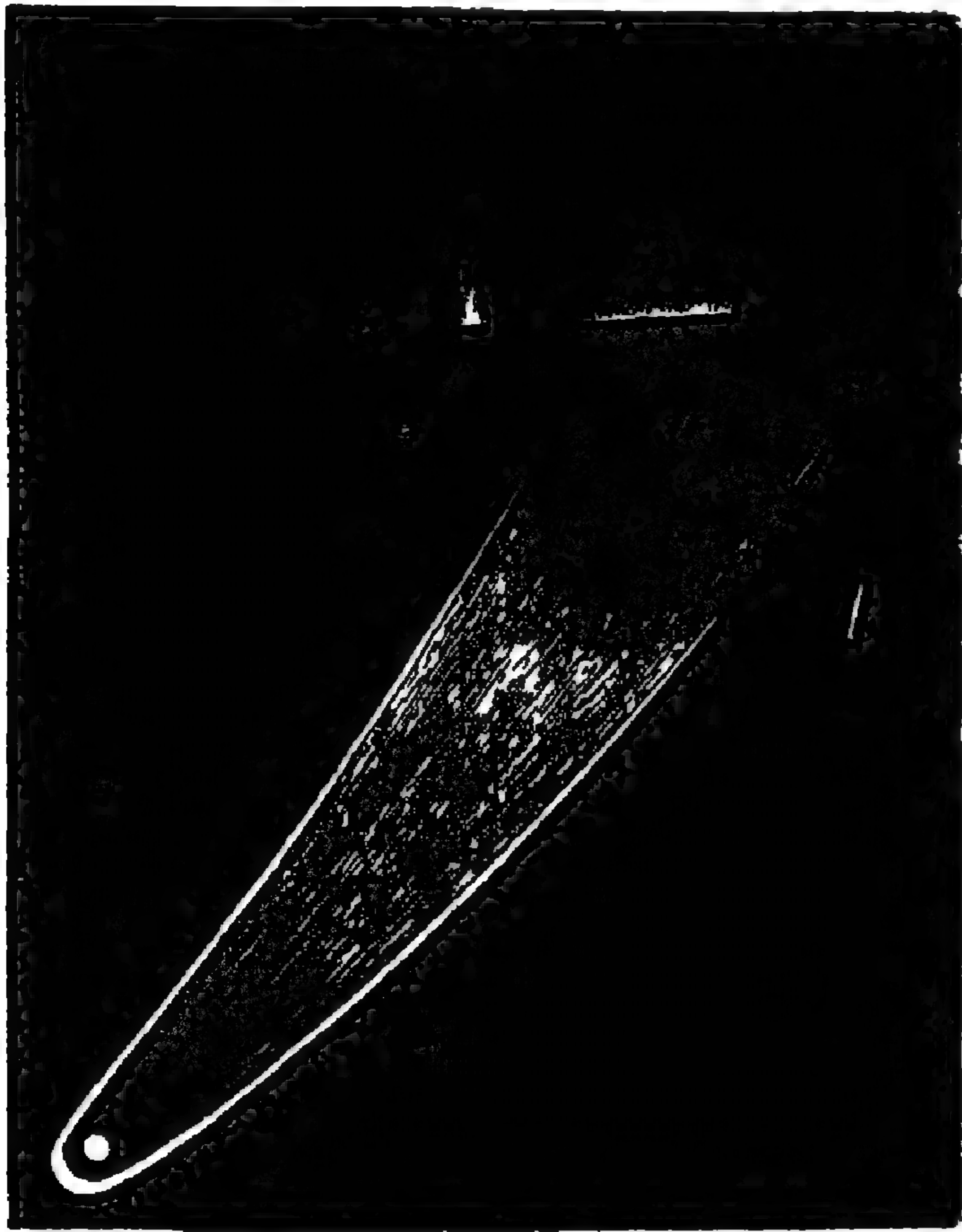
شكل ١٢٥ مذنب دوناتي مار بالماك الرابع

في ١٨٥٨ سنة

شكل ١٢٦ مذنب سنة ١٦٨٠

(٢٢٤) عدد هذه الاجرام كثير وقد حُسِبَت افلاك نحو ٢٠٠ منها وقد ذُكِرَ ظهور اكثر من ٥٠٠ لم تحسب افلاكها وربما باقي ومضي منها كثير لا تُرى لكونها فوق الافق في النهار مدة ظهورها للارض وقد ذكر الفيلسوف سنيكا انه في كسوف حدث ق م ٦٠ ظهر نجم مذنب بقرب الشمس وقد رسمنا صورة رُوي بعض هذه الاجرام مع اوقات ظهورها فالذي ظهر في سنة ١٦٨٠ رصده اسحق نيوتون وحسب فلكه وهو اول من حسب فلك نجم مذنب على موجب قواعد تعاليمية حتمية. اقرب الى الشمس حتى صار بينهما ١٢٠٠٠٠ ميل فقط

ومن هذه الاجرام ما سُمِّيَ مذنب هالي لان المعلم هالي حسب فلكه واخبر بوقت رجوعه فرجع حسب ما اخبر به ومنها مذنب انكي ومذنب بيل لامتدتها ليست بطويلة كما سيأتي ذكره  
(٢٢٥) بين هذه الاجرام اختلاف كلي في حجمها ونورها فنقرا في التاريخ عن نجم مذنب ظهر في رومية مذ بسيرة قبل موت يوليوس قيصر كان يرى في نصف النهار وقت معظم نور الشمس والذي ظهر في ١٦٨٠ امتد ذنبه في قوس ٩٧ وحسب طوله ١٢٣٠٠٠٠٠٠ ميل والذي ظهر في ١٨١١ كان قطر نواته ٤٢٨ ميلاً فقط وطول ذنبه ١٢٣٠٠٠٠٠٠ ميل ولولا التفتت الارض فيه لاحاطها اكثر من ٥٠٠ مرة وقد ظهرت نجوم مذنبه قطر نواتها ٢٥ ميلاً فقط وكثير منها تبان لنا مثل قليل من البخار او قطع من الضباب واكثر النجوم المذنبية لا تثرى الا بواسطة نظارة



ورؤية نجم واحد من هذا النوع تتغير عما كانت قبل وقد ظهر نجم هالي سنة ١٢٠٥ وسُمِّيَ النجم ذا المقدار المول وفي ١٤٥٦ امتد ذنبه من الافق الى سمت الراس وامر البيا بالتقدم صلوات خصوصية يومياً في جميع الكنائس لعل الله ينجي العالم من هذا النجم ولما ظهر ايضاً في سنة ١٦٨٢ كان طول ذنبه ٣٠ فقط وفي ١٧٥٩ لم ير الا بالنظارة حتى بعد جوازه نقطة البعد الاقرب وعد رجوعه سنة ١٨٣٥ كان طول ذنبه ١٢ فقط وهذا التغيير حاصل من تغيير موقعه بالنسبة الى الارض لانه ان نُظِر الى الاذنان على خط عمودي

شكل ١٢٧ مذنب سنة ١٨١١

تبان قصيرة وان نُظِر اليها بالورب تبان طويلة وايضاً من كون الارض احياناً قريبة اليها عندما تقطع دائرة البروج احياناً بعيدة وهي ايضاً تتغير حقيقة حجمها ونورها  
(٢٢٦) مذات دوران هذه الاجرام تختلف ايضاً كثيراً. فمذنب انكي يدور في ٢ ١/٢ سنة او ١٢٠٨





سنة ١٧٦٧ ثم بحساب مقدار تلك المجاذبية وجدوا فلكه قبل دخوله في جاذبية المشتري هليجيا يقطع في مدة ٥٠ سنة وبعد الاقرب بقرب المشتري عوضاً عن ان يكون بعد الأبعد هناك فعرف سبب عدم ظهوره قبل وفي كانون الثاني ١٧٦٧ كان بقرب المشتري وكلاهما متحركان الى جهة واحدة والأقرب في سطح واحد فبقيا على ذلك مدة بعض الشهور وكان السيار بين النجم والشمس فانحرف النجم عن فلكه حتى تغير فلكه الى ما يقطعه في  $\frac{1}{5}$  سنين ثم في اقترابه الى الشمس سنة ١٧٧٩ وقع ايضاً في جاذبية المشتري وبقي على ذلك من حزيران الى تشرين الأول وفي شهر آب كان بعد المشتري عنه  $\frac{1}{41}$  بعد عن الشمس وكانت جاذبية المشتري له ٢٢٥ مرة اعظم من جاذبية الشمس له فانحرف الى فلك جديد بعد الاقرب عن الشمس بقرب سيرس ومدته ٢٠ سنة وعلى ذلك البعد من الشمس لا يظهر لنا وهو يبقى في فلكه هذا الى الابد اذا ما فعلت فيه علة اخرى تحرفه ايضاً حتى يدور في فلك اصغر من الذي يدور فيها الآن



شكل ١٣٨

(شكل ١٣٨) اب قسم من فلك المشتري ي فلك الارض س دك فلك المذنب قبل ١٧٧٠ فعند د تعوق من قبل فعل المشتري فنجذبه الشمس الى الفلك الصغير د ف ح فمر به دورتين ثم عند د فعل به المشتري ايضاً واسرعه حتى تحرك في س د ك

افلاك النجوم المذنبية مختلفة الميل على دائرة البروج بين ١ الى ٩٠ وحركتها احياناً كثيرة مدبرة اي قد تدور حول الشمس من الشمال الى الجنوب او من الشرق الى الغرب (٢٢٩) اصول افلاك النجوم المذنبية هي

(١) - برقت بعدها الاقرب من الشمس =  $P$  او  $\pi$

(٢) طول نقطة البعد الاقرب =  $\pi$

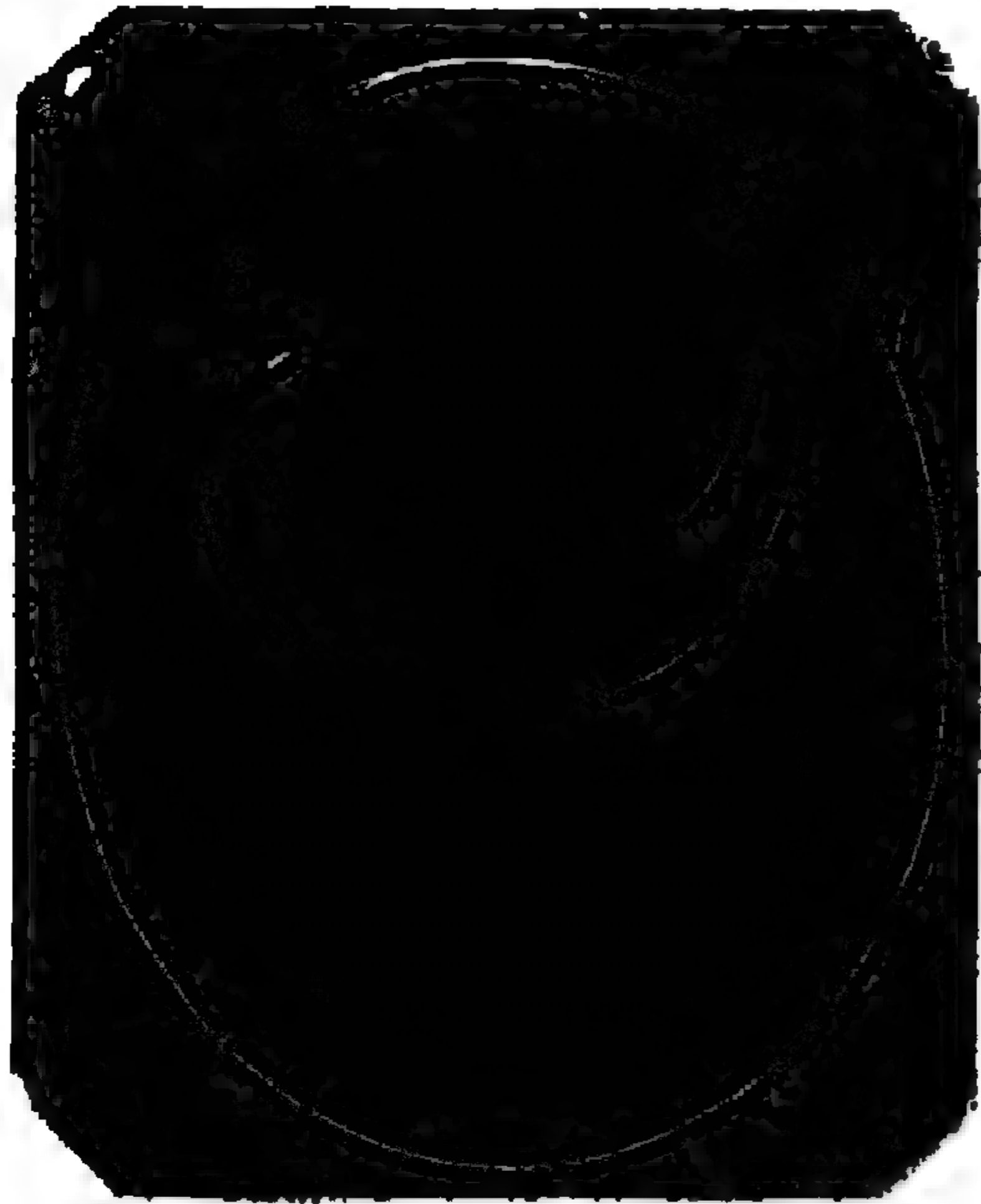
(٣) طول العقدة الصاعدة منظوراً اليها من الشمس =  $\delta$

(٤) اقل بعده عن الشمس في امثال  $\frac{1}{2}$  ق الارض =  $q$

(٥) ميل فلكه على دائرة البروج =  $i$  واستعلام هذه الاصول سماه نيتون عملياً طويلاً عسرة وذلك من كون هذه الاجرام ظاهرة مدة يسيرة في جزء صغير من افلاكها ومن كون حركات بعضها الى خلاف جهة حركة الارض او عمودية على دائرة البروج وايضاً لان منحنيات كثيرة هليجية قد يكون بعدها الاقرب في نقطة واحدة فان انحرفت قليلاً جداً في تلك النقطة تتغير انحناء الهليجي



تماماً كما يتضح من شكل ١٢٩ فخطاه بعض الثواني في ذلك يجعل اختلاف مئات سنين في مدة الدوران وعلى ذلك حسب المعلم سَلْ مدة مذنب سنة ١٧٩٦ انها ٢٠٨٩ سنة وبعد حين وجد ان خطاه "ه" في الرصد كان يزيد تلك المدة الى ٢٦٧٨ او ينقصها الى ١٦٥٢ سنة



شكل ١٢٩

(٢٢٩) للأسباب المتقدم ذكرها يفرض معلو هذا الفن لذوات الاذنان افلاكاً شلجية وبحسبون مداتها على ذلك المفروض لكون الشلجي متوسطاً بين الهليجي والمذلولي. الا في ذوات اذنان مداتها قصيرة مثل نجم انكي ثم راجعون قوائم النجوم المذنب فاذا وجدوا ما تقرب اصول ولكه الى المحسروب يحسبون فكه على افتراضه هليجياً ويستعملون مدته حسب ذلك

الاصول المتقدم ذكرها ما خلا مدة

الدوران تحسب كاصول السيارات وبكفي لذلك ثلاث رصد لمعرفة صعودها المستقيم وميلها (٢٣٠) من حراء تغير روية ذي ذنب لا تتحقق ذاتيته من رؤيته بل من ذاتية اصوله وعلى ذلك عرف هالي النجم المسمى باسمه انه هو نفس المذنب الذي ظهر قبل في سنين معلومة اي من مساواة اصوله في تلك السنين كما يتضح من هذا الجدول

| وقت الظهور | ميل فلكه | طول العقدة | طول نقطة الرأس | البعد الاقرب | جهة الحركة |
|------------|----------|------------|----------------|--------------|------------|
| ١٤٥٦       | ١٧' ٥٦"  | ٢٠' ٤٨"    | ٠٠' ٣١"        | ٥٨'          | مدبرة      |
| ١٥٢١       | ١٧' ٥٦"  | ٢٥' ٤٩"    | ٢٩' ٣٠"        | ٥٧'          | "          |
| ١٦٠٧       | ١٧' ٠٢"  | ٢١' ٥٠"    | ١٦' ٣٠"        | ٥٨'          | "          |
| ١٦٨٢       | ١٧' ٤٢"  | ٤٨' ٥٠"    | ٢٦' ٣٠"        | ٥٨'          | "          |

ولاريب ان هذه اصول جرم واحد والمدات ٨٥ او ٧٦ سنة فحسب هالي انه يعود بظهر ١١٥٨ وبقي المعلمون في انتظاره عند ذلك الوقت ثم وجد ان طريقه يكون بقرب زحل والمشتري فيناخر بذلك وحسب كلارود الفرنساوي مدة التاخير ٦١٨ يوماً اي ١٠٠ يوم من جاذبية المشتري و٥١٨ من جاذبية زحل وعلى ذلك كان يجب ان يظهر سنة ١٧٥٩ وعين المذكور وقت وصوله الى نقطة الرأس اليوم ١٢ من نيسان وبالحقيقة وصل الى تلك النقطة في ١٢ من اذار من تلك السنة



ثم ان هوتكولاتت الفرنساوي حسب وقت رجوعه في تشرين الثاني سنة ١٨٣٥ ووصوله الى نقطة الراس لم يختلف الا يوماً واحداً عن الوقت المحسوب له

(٢٢١) اما نجم انكي فمن وقت حساب مدته الى الآن لم يزل يرجع في اوقاته المعينة ويؤنفكت المسئلة هل الفسحات بين السيارات خالية بالكينة او فيها مادة وقد حسبت خالية لعدم تاثير شعريه في حركات السيارات ولكن قشة اوريثة خفيفة يفعل فيها انصدام لا يفعل في كلة مدفع وقد وجد ان هذا النجم تاخر قليلاً من تصادم مادة في الفسحات بين السيارات ومن اول كشفه الى الآن تاخر بذلك يومين وفعل هذا الانصدام هو تقرب النجم اكثر واكثر الى الشمس في كل دورة الى ان يقع اليها ولا بد من ذلك بعد تتابع الادوار اذا ما وجد ما يؤول الى منع كما راينا في اضطرابات السيارات غير ان حقيقة وجود المادة المشار اليها باقية تحت الشك اذ لم يظهر لها تاثير في رجوع النجم سنة ١٨٣٥

(٢٢٢) المذنب الذي ظهر سنة ١٦٨٠ عند نقطة الراس كان بينه وبين الشمس ١٢٠٠٠٠ ميل فقط وذلك  $\frac{1}{177}$  من بعد الارض فحسبت حرارتها هناك ٢٨٠٠٠ مرة اكثر من التي تصيب الارض من الشمس اي ٢٠٠٠ مرة اكثر من الحديد الحبي لدرجة الحمورة وذاك كاف لتحويل اقصى المواد الى بخار لطيف والبرد العظيم في الابعاد التي تصل اليها يضغطها الى ما كانت عليه اولاً غير ان هذه الاشياء لم تنزل بين الامور المبهمة او المجهولة في سنة ١٨٦١ مرت الارض بذنب مذنب ولم تتاثر بها شعريه



شكل ١٤٠

شكل ١٤٠ يدل على هليجية مذنب ١٨٤٩ ش الشمس ي ن فلك نبتون وشس هليجية المذنب



شكل ١٤١

اسماء النجوم المذنبية ذوات مدات قصيرة افلاكمها معروفة

| اسم النجم | مدّة سنين | بعد اقرب | بعد ابعد            | ظهر                |
|-----------|-----------|----------|---------------------|--------------------|
| نجم انكي  | ٢٢٩٦      | ٢٢٠٠٠٠٠  | ٢٨٧٠٠٠٠٠            | ث ١٨٦٨             |
| " بيالا   | ٦٢        | ٨٥٠٠٠٠٠  | ٥٧٠٠٠٠٠٠            | ايار ١٨٧٢          |
| " فاي     | ٧١        | ١٦١٠٠٠٠٠ | ٥٦٥٠٠٠٠٠٠           | حزيران ١٨٧٢        |
| " برورسن  | ٥١        | ٦٤٠٠٠٠٠  | ٥٢٧٠٠٠٠٠            | ايار ١٨٦٨          |
| " دارست   | ٦١        | ١١١٠٠٠٠٠ | ٥٤٦٠٠٠٠٠            | ك ١٨٧١             |
| " ونكي    | ٥١        | ٧٢٠٠٠٠٠  | ٥٢٦٠٠٠٠٠            | حزيران ١٨٦٩ و ١٨٧٤ |
| " دي فيكو | ٥٤٦       | ١١٠٠٠٠٠٠ | ٤٧٥٠٠٠٠٠٠           | شباط ١٨٧٢          |
| " مشائين  | ١٢٦٦      |          |                     | ث ١٨٧١             |
| " هالي    | ٧٦٧٨      | ٥٦٠٠٠٠٠  | ٢٢٠٠٠٠٠٠٠ يعود ١٩١٠ | ربما               |

(٢٢٢) في اكثر الليالي تشاهد ما يشبه شعلة نار مارة بسرعة في الجو وبعض الليالي تكثر جداً وتلك المناظر تُسمى نجومًا ساقطة وشهبًا ونيازك وتارة تكون كبيرة جداً مضيئة تفرقع بصوت مسموع الى بعيد بعد اشتعالها وتارة تسقط الى الارض قطع كبار منها فقد انقسمت تلك الظواهر باعتبار هذه الامور الى ثلاثة اقسام وهي

(١) حجارة جوية (٢) كرات نارية (٣) شهب. ولولا شدة نور الشمس الغالب لظهرت نهاراً كما تظهر ليلاً وقد ذُكرت مشاهدة بعضها نهاراً

(١) حجارة جوية . ذكر سنوط حجارة الى الارض في اوقات مختلفة من ٦٥٠ ق م الى الوقت الحاضر حتى بلغ عدد تلك الحجارة المعروفة ظروف سنوطها ٢٦٢ . ذكر في تاريخ صيني انه في ١٤ ك سنة ٦١٦ ق م سقط حجر كسر عدة مركبات برية وقتل ١٠ رجال وفي بعض تواريخ الاعصار المتوسطة ذكر انه في سنة ٩٤٤ ب م مرت كرات نار في الجو وحرقت عدة بيوت وفي ٢٢ اذار سنة ١٨٤٦ نحو الساعة الثالثة بعد الظهر مرت على ضيعة في مقاطعة كارون الاعلى من فرانس احرمة مشتعلة بصوت عظيم وسقطت على مخزن فخرته واحترق ايضا عدة مخازن بقربه بما فيها وفي صباح

٢١ آب سنة ١٨٧٢ مرت شعلة كبيرة في قسم من بلاد ايطاليا وتفرع بقرب بوزاليا الى الشمال الشرقي من رومية

وفي ٧ ت سنة ١٤٩٢ سقط حجر وزنه ٢٦٠ ليبرا بقرب انسيم في اعلى نهر الرين بين الساعة ١ والظهر سمع الناس مثل قصيف رعد ودوي مستطيل فرأى ولد شبتا سقط في حقل مزروع قمحا فوجدوا الثقب في الارض الذي حدث من سقوطه واخرجوه ووضعوه في الكنيسة وبقي هناك ٢٠٠ سنة الى ان نُقل الى بارنرثم أرجع الى محله الاول

وفي ٢٦ نيسان سنة ١٨٠٢ مرت على بلاد نورماندي شعلة نحو ساعة بعد الظهر ثم سُمع تفرع دام صوته نحو ٦ دقائق وسقط بعد ذلك قطع حجارة كثيرة وجُع منها نحو ٣٠٠ قطعة وزن اكبرها ٨ ٤ ليبرات ولا يسعنا المقام ذكر كل ما تقيد من حوادث مثل هذه وصار معروفا من هذه الحجارة ٤٢١ مختلفة الوزن بين بعض الاواقي الى عدة فناطير ولا شك ان الساقطة اكثرها ذكر كثيرا لان بعضها يسقط في البحر وبعضها في الميازات المنقطعة

(٢٢٢) ولنا تاريخ ٢٠٦ من هذه الحجارة وكان تفرعها على اشهر السنة كما ياتي

|    |       |    |        |
|----|-------|----|--------|
| ٢٣ | تموز  | ١٤ | ك      |
| ١٦ | آب    | ١٠ | شباط   |
| ١٧ | ابلول | ٢٢ | اذار   |
| ١٨ | ت     | ١٥ | نيسان  |
| ٢٠ | ت     | ٢٠ | ايار   |
| ١٢ | ك     | ١٨ | حزيران |

فيتضح من هذه القائمة ان المعدل الشهري بين ك الى حزيران = ١٦ وبين تموز و ت = ١٨ ومعظم سقوطها في اذار وايار وتموز و ت وانه يصبب الارض منها من مرورها بين نقطة الذنب الى نقطة الراس اكثر مما يصببها في مرورها من نقطة الراس الى نقطة الذنب ومن حل هذه الحجارة ظهر ان فيها من النيازات

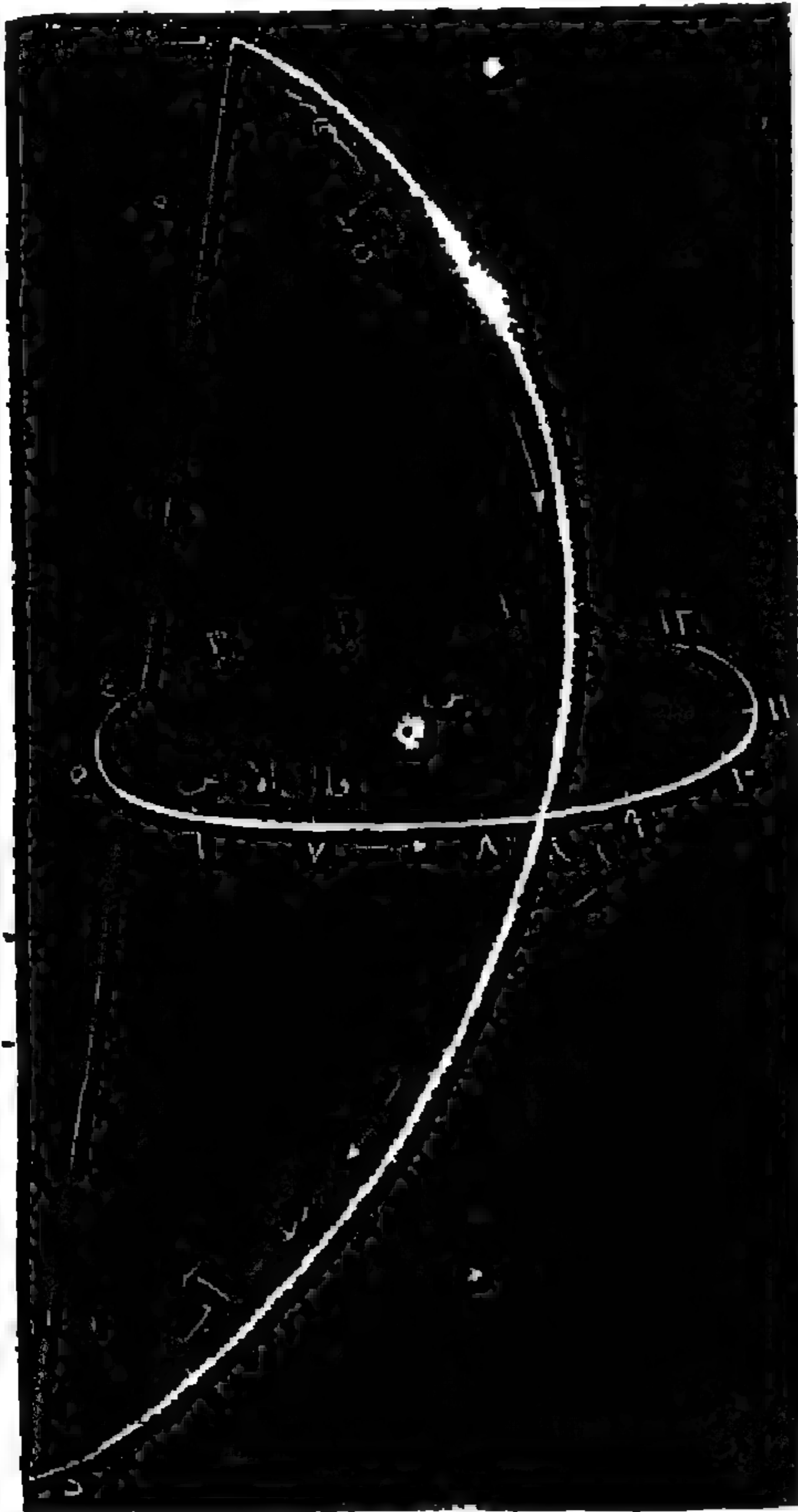
|               |               |            |              |
|---------------|---------------|------------|--------------|
| (١٢) ستروتيوم | (١) مغنيسيوم  | (٥) نحاس   | ( ) حديد     |
| (١٤) قصدير    | (١) نكل       | (٦) كوبالت | (٢) الومنيوم |
| (١٥) تيتانيوم | (١١) يوتاسيوم | (٧) ليثيوم | (٤) كلسيوم   |
| (١٦) رصاص     | (١٢) صوديوم   | (٨) مغنيس  | (٤) كروميوم  |



ومن الشبهات بالفلزات

- |            |              |
|------------|--------------|
| (١) أكسجين | (٥) كبريت    |
| (٢) كربون  | (٦) زرنخ     |
| (٣) فسفور  | (٧) كلور     |
| (٤) سلسيوم | (٨) هيدروجين |

وثقلها النوعي مختلف بين ١٧٠ و ٧٨٠ وسرعتها قد تبلغ ١٦٦ ميلاً في الدقيقة وقد بلغ سرعة بعضها ١٠٧ أميال في الثانية وارتفاعها بين ٤٠ ميلاً و ١٠٠ ميل وفيها مركب من الحديد والنكل والفسفور سمي شريترسيت لم يوجد في غيرها (١) أما الشهب فيرى منها البعض كل ليلة



ولكنها تكثر في اوقات ومعظمها نحو الساعة ٦ صباحاً و اوقتها نحو الساعة ٦ مساءً والمعدل نحو نصف الليل وتكثر في بعضها الشهور دون بعض وهي بين تموز وك' اكثر مما هي بين ك' او تموز وفي نصف السنة الاول اكثرهما في اذار ونيسان وفي النصف الثاني اكثرهما في آب وت' اي بين ٩ و ١١ آب وبين ١٢ و ١٤ ت' وطولها يختلف بين ١٠ اميال و ٤٠٠ ميل ومعدل سرعتها نحو ٢٠ ميلاً كل ثانية فالحرارة المولدة من توقف شهاب سرعته ٢٠ ميلاً كل ثانية ترفع حرارته ٤٠٠٠٠٠٠ ف الشهب الظاهرة بين ١ و ١٤ ت' ترسم اقواس دوائر عظيمة وتنفرع بالظاهر من ٧ الاسد والظاهرة بين ٩ و ١١ آب تنفرع من B الزرافة او من

شكل ١٤٢

صورة فرساوس

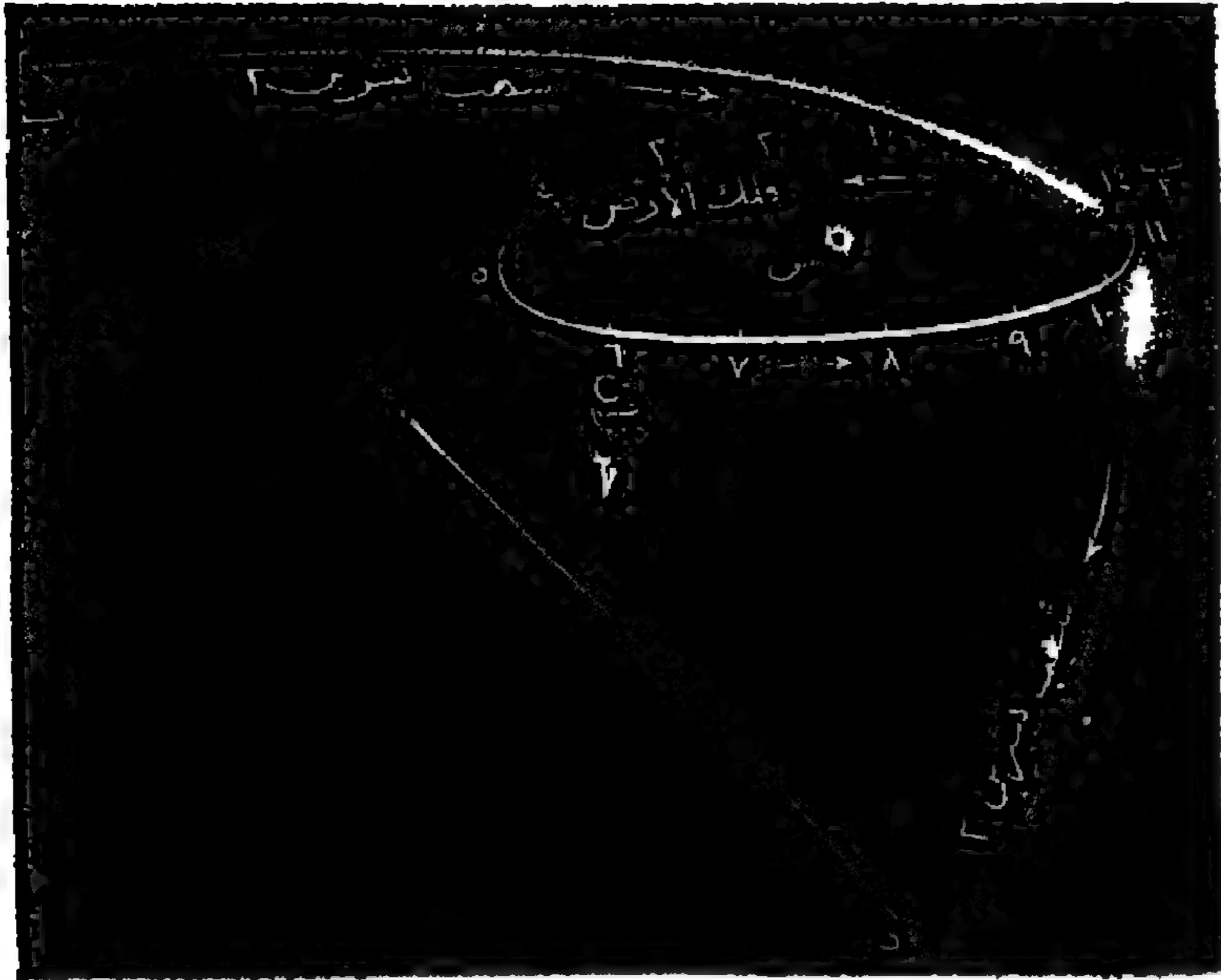
(٢٣٥) يُعَلَّل عن هذه الظواهر بوجود حلقات من مادة عالمية قطعها صغيرة الحجم دائرة

حول الشمس مختلفة الميل على دائرة البروج كما يتضح من (شكل ١٤٢)

ليكن ١ ٢ ٣ ٤ ٥ الخ فلك الارض وشمس الشمس وب قوس حلقة مادة عالمية دائمة حول الشمس فنحو ١٠ آب تقرب الارض الى تلك الحلقة فتجذب الى نفسها بعض تلك القطع

فتسقط نحو الارض وتشتعل في الجو على هيئة شهب او تسقط الى الارض على هيئة حجارة جوية ثم  
(شكل ١٤٣)

ليكن ب د حلقة اخرى ولتقرب اليها الارض بقرب ١٤ ت<sup>٢</sup> فيحصل عند ذلك مطلق  
الشهب المعتاد في ذلك الوقت



شكل ١٤٣

وبما ان هذه الشهب في ت<sup>٢</sup> تكثر كل ٢٢ سنة فذاك على ان المادة المشار اليها مدة دوراتها ٢٢  
سنة وبما ان العقدة تنقل من الغرب الى الشرق كل سنة ١٠٢" فتتأخر كل سنة عن سنة قليلاً . في  
سنة ١٦٩٨ ظهرت في ٩ ت<sup>٢</sup> وفي ١٧٩٩ ظهرت ١٢ ت<sup>٢</sup> وفي ١٨٦٦ و ١٨٦٧ ظهرت في ١٤ ت<sup>٢</sup>  
وتكثر ستين متتابعين

الراي الارجح الذي يُعَلَّل به عن هذه الظواهر هو راي شيا بارلي مدير مرصد ميلان سابقاً  
والآن مدير مرصد فيورنسا عوضاً عن المنوفي دوناتي الشهير وهو بالاختصار كما ياتي  
ان السدام مؤلفة من مادة عالمية لم تتكاثف نحو المركز بعد حتى يتكون جرم سماوي حقيقي بل  
جواهرها لطيفة متفرقة ويُزعم ان لتلك السدام حركة في الكون كما لشمسنا فقد يتفق ان بعضها تقع  
داخل حدود جاذبية شمسنا وهي تفعل في القسم المتقدم من السديم أكثر مما تفعل في المؤخر فما دام  
السديم على بعد شاسع يتبدى بخدر هيئة الكروية فيتناول الى ان يصير اصطوانة طويلة مقدماها  
اي الاقرب منها الى الشمس أكثر مما ورائه فيترأس المقدم ويبقى المؤخر منفرداً وكل ما قرب الى  
الشمس يتم هذا التحويل أكثر حتى يتنور الجزء المتقدم الأكثر بنور الشمس فيصير نواة والقسم التابع

من الجهة المتقابلة جهة الشمس هو الذنب ويبقى منحنيًا بسبب حركة السديم كله فيتمكون من السديم الكروي نجم مذنب يبقى داخل حدود النظام الشمسي او يتو في فسيحة الكون الى حيث لا يدري وفلكه يتوقف على سرعة حركته الاولى وبعد عن الشمس وجهة حركته فقد يكون شليجيًا او هليجيًا او هذلوليًا فان كان هليجيًا يبقى في النظام الشمسي ويدور حول الشمس في اوقات معينة وان كان شليجيًا او هذلوليًا فيظهر داخل حدود النظام الشمسي مرة ثم يذهب ولا يعود وبناء على ما تقدم يظن ان افلاك النجوم المذنبه ممكن ان تميل على دائرة البروج اي ميل كان بين صفرو ٩٠ وان تكون حركاتها مستقيمة او مدبرة

وقد اوضح شيابارلي ايضا ان هذا التغير في السديم لا ينتهي بتحويله الى نجم مذنب بل كل جوهرة منه له حركة مستقلة فلا بد ان الراس او النواة اي الاقرب منه الى الشمس يكمل دورانه حولها قبل جواهر الذنب البعيدة فيتطاول اكثر فاكثر الى ان يصير حلقة تامة وعند ذلك تدور حول الشمس تلك الحلقة العريضة المؤلفة من مادة عالمية وعند اقتراب الارض اليها تجذب من تلك المادة اليها فيحصل هطل نيازك او شهب فان كان فلك النجم هليجيًا تتكون حلقة هليجية على قدر الفلك الاصلي وقد اوضح شيابارلي موافقة تامة بين نيازك آب وفلك المذنب الثالث لسنة ١٨٦٢ وموافقة نيازك ت<sup>١</sup> بالمذنب الذي ظهر سنة ١٨٦٦ اي هذان المذنبان هما بقايا الحلقة النيزكية التي منها الشهب في الشهرين المذكورين

| مدّة                 | نيازك ت <sup>٢</sup> | مذنب ١٨٦٦            |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| ٢٥ <sup>٢٢</sup> سنة | ٢٢ <sup>٢٢</sup> سنة | ٢٢ <sup>٢٢</sup> سنة |
| ١٠ <sup>٢٤</sup> ٠٢  | ١٠ <sup>٢٢</sup> ٤٨  | ١٠ <sup>٢٢</sup> ٤٨  |
| ٠ <sup>٩</sup> ٠٤٧   | ٠ <sup>٩</sup> ٠٥٤   | ٠ <sup>٩</sup> ٠٥٤   |
| ٠ <sup>٩</sup> ٨٥٥   | ٠ <sup>٩</sup> ٧٩٥   | ٠ <sup>٩</sup> ٧٩٥   |
| ٠ <sup>٤٦</sup> ١٦   | ٠ <sup>٤٦</sup> ١٧   | ٠ <sup>٤٦</sup> ١٧   |
| ٠ <sup>٢٨</sup> ٥١   | ٠ <sup>٢٦</sup> ٥١   | ٠ <sup>٢٦</sup> ٥١   |
| ٠ <sup>١٩</sup> ٥٨   | ٠ <sup>٢٨</sup> ٦٠   | ٠ <sup>٢٨</sup> ٦٠   |
| جهة الحركة           | مدبرة                | مدبرة                |

فتنتج ان مذنب ١٨٦٦ هو واحد من نيازك ت<sup>١</sup> وهكذا يتضح ان المذنب الثالث لسنة ١٨٦٢ انما هو واحد من نيازك اب





قطعة من حلقة مذنب ١٨٦٢ تمر بها الأرض بقرب ١٠ آب فهلجية آب نقطة الذنب منها هي خارج فلك اورانوس

(٢٢٦) لما عاد مذنب يبالا سنة ١٨٤٥ ظهر أولاً في ٢٨ من ت<sup>٢</sup> على هيئة محايية مسند برة متكاثفة قليلاً نحو مركزها وفي ١٩ ك<sup>١</sup> كانت قد تطاولت وفي آخر الشهر انفصلت وصارت قطعنتين مشبتا معاً مدة ٢ اشهر وفي ٢ اذار سنة ١٨٤٦ كان بينا ١٥٧٢٤٠ ميلاً ثم اختفى عن النظر ولما رجع سنة ١٨٥٢ كان بين القطعتين ١٢٥٠٠٠ ميل وفي ميعاده سنة ١٨٥٦ لم يرَ ولا في ١٨٦٦ وفي ١٨٧٢ ازمع پوغسن من مدراس انه رآه والامر تمت الشك هل ما رآه مذنب يبالا او مذنب آخر على رأي لافريير دخل سديم الى حدود النظام الشمسي في ك<sup>١</sup> سنة ١٢٦ ب م ومن قريب الى اورانوس تمحول فلكه الى فلك هليجي حول الشمس ومنه المذنب الذي كشته تمحل والذي منه نيازك ت<sup>٢</sup> ومنذ ١٢١ سنة قد دار هذا السدام ٥٢ مرة بدون ان يشعر بوجوده الا من قيل النيازك الكثيرة الهاطلة كل ٢٢ سنة في ت<sup>٢</sup> ولم يرَ على هيئة مذنب حتى سنة ١٨٦٦ . يدور في نحو ٢٢ سنة و ٢ اشهر و يقطع فلك الأرض عند اقترابه الى الشمس في اواخر ايلول ويتبعه كثير من الاجسام الصغار النيزكية على هيئة ذنب طويل تمر به الأرض نحو ١٢ او ١٤ ت<sup>٢</sup>

فضلاً عن نيازك آب و ت<sup>٢</sup> تشهد بكثرة في اوقات آخرتها

|                           |         |        |                                 |
|---------------------------|---------|--------|---------------------------------|
| ك <sup>٢</sup>            | ص م ٢٢٤ | ميل ٥١ | ش مركزها بقرب ٤ الاكليل الشمالي |
| نيسان ٢٠                  | " ٢٧٧   | " ٢٥   | " " " " " السر الواقع           |
| تموز ٢٨ و ٢٩              | " ٢٠٤   | " ٤٠   | " " " " " الدجاجة               |
| ت <sup>٢</sup> ٢٤         | " ٨٣    | " ١٢   | " " " " " الجبار                |
| ك <sup>١</sup> بين ٨ و ١٢ | " ١٠٥   | " ٢٠   | " " " " " الجوزاء               |

من رصد النيازك من طرفي قاعدة طولها ٥٠٠٠٠ قدم قد حسب ارتفاع كثير منها فيختلف بين ١٦ ميلاً و ١٤٠ ميلاً

زعم البعض ان واحداً من هذه الاجرام قد صار تابعاً للأرض اي قمرآلة يدور حولها في ٢٠<sup>٢</sup> على بعد معدلة ٥٠٠٠ ميل

## الجزء الثالث

في النجوم الثوابت والعناقيد والسدام



### الفصل الاول

في النجوم الثوابت

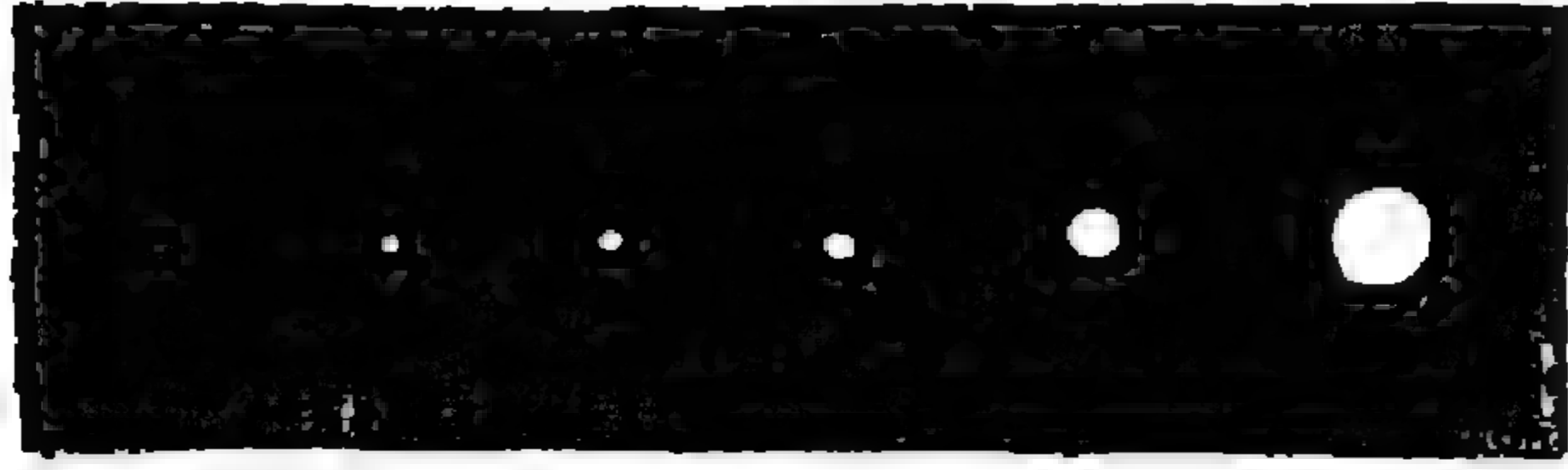
(٢٢٧) ان الاجرام المتقدم ذكرها هي مختصة بالنظام الشمسي وبعد جواز ابعاد السيارات تبقى مسافة لا تُدرك قبل الوصول الى اقرب النجوم وكل نجم نراه في قبة السماء في ليل صافية هو شمس نورها ذاتي يضيء على عوالم ونظامات كما تضيء شمسنا على العوالم في نظامها وتلك الدراري تتناثر بالنظر المجرد عن السيارات بشكل نورها لان نور السيارات ثابت اما الدراري فدرهرة كأنها تقدح شرارات وتلك النجوم لها حركات في ساحة الكون غير انية على بعدها الشاسع لا تظهر الا على مضي قرون فتبقى على نسبة بعضها الى بعضها وضعاً ولذلك سُميت ثوابت تميزاً بينها وبين السيارات

وتلك النجوم وان لم تكن لها حركة ذاتية تظهر متحركة قليلاً بسبب مبادرة الاعتدالين كما تقدم ذكره (١٨٢) بها يدور قطب خط الاستواء حول قطب دائرة البروج ونجم القطب الذي هو عن القطب الآن نحو  $1^{\circ}$  يقرب اليه اكثر حتى يصير بينهما  $\frac{1}{2}^{\circ}$  ثم يبعد عنه ومنذ ٤٠٠٠ سنة كان النير الثاني من صورة الثنين نجم القطب وبعد ١٢٠٠٠ سنة يكون النسر الواقع نجم القطب اي يكون بينه وبين القطب  $5^{\circ}$  فقط وبينها الآن  $51^{\circ} 20'$  والظاهر ان اهرام الجيزة بنيت لما كان  $\gamma$  الثنين نجم القطب لان الدهليز عند المدخل يخدر على زاوية بين  $26^{\circ}$  و  $27^{\circ}$  وبوازي الهاجرة فلو وقف ناظر في اسفل الدهليز ونظر الى السماء لوقع بصره  $27^{\circ}$  او  $26^{\circ}$  فوق الافق وذلك بوافق ارتفاع  $\gamma$  الثنين عند تكبد الاسفل في ذلك الوقت اي ٢١٢٣ ق م

(٢٢٨) بعض النجوم انور من البعض وقد انقسمت باعتبار نورها الى اقدار فانورها هي القدر الاول وما دونها قليلاً فمن القدر الثاني وما دون ذلك فمن القدر الثالث وهلم جرا الى ان تلاشي



من ضعف نورها ولا يرى بالنظر المجرد ما دون القدر السادس وبواسطة النظارات القوية يرى ما على القدر العشرين ولو تقوت الآلات لمعونة البصر لظهر ما دون ذلك. اما النجوم الظاهرة للنظر المجرد فنحو ٦٠٠٠ أي



شكل ١٤٥ النور النسبي لأقدار النجوم الستة الأولى

من القدر الأول ٢٠ من القدر الرابع ٢٠٠

" " الثاني ٤٠ " " الخامس ٩٥٠

" " الثالث ١٤٠ " " السادس ٤٤٥٠

أسماء النجوم من القدر الأول

(١) الشعرى اليمانية (١١) العظيم أو آخر النهر

(٢) " السفينة (١٢) الدبران

(٣) سهيل (١٣)  $\beta$  قنطوروس

(٤)  $\alpha$  قنطوروس (١٤)  $\alpha$  الصليب

(٥) السماك الراح (١٥) قلب العقرب

(٦) رجل الجبار (١٦) النسر الطائر

(٧) العيوق (١٧) السماك الأعزل

(٨) النسر الواقع (١٨) فم الحوت

(٩) الشعرى الشامية (١٩)  $\beta$  الصليب

(١٠) ابط الجوزاء (٢٠)  $\beta$  الثؤمين أي بلوكس

اما الظاهرة للنظر المستعين بآلات البصر فلا تُعد ولا تُحصى وفي بعض اقسام المجرى يرى بواسطة نظارة متوسطة القوة ربوات من النجوم في بقعة على قدر البدر. على قول أركلاندر مدي مرصد بون يرى من القدر السابع نحو ١٢٠٠٠ ومن القدر الثامن ٤٠٠٠٠ ومن القدر التاسع ١٤٢٠٠٠ والتي ترى بواسطة نظارة هرشل الكمية ٢٠٠٠٠٠٠

اما نور النجوم النسبي فعلى قياس سربوحنا هرشل اذا حسب نور نجم من القدر السادس واحدا فنور بقية الاقدار على ما يأتي



(٢٤١) ان الاختلاف بين النجوم نوراً ناتج اما عن اختلافها بعداً اذا كانت على قدر واحد واما من العتئين معاً. اذا فرضنا المفروض الثاني وان نور نجم على قدر مفروض هو نصف نور نجم من القدر الأكبر الذي يليه يكون نجم من القدر السادس عشر على ٢٦٢ مثل بعد نجم من القدر الأول واذ قد ظهر ان نجماً من القدر الأول بعد ١٨٦٠٠٠ مثل نصف قطر فلك الأرض السنوي يكون بعد نجم من القدر السادس عشر ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٢٩٢ ٦٣٤ ٢٢ ميل اي النور على سرعة ١٨٤٠٠٠ ميل كل ثانية يقتضي له ٥٦٢٠ سنة لكي ينتهي اليها من نجم على القدر السادس عشر

(٢٤٢) اختلاف نجم السنوي هو الزاوية عند النجم التي يقابلها قطر فلك الأرض وهي اصغر من ان تقاس اي كل فلك الأرض عند اقرب الثوابت نقطة فقط. واذ كان نجم اختلاف سنوي يُشعر به فحركة النجم بسبب ذلك الاختلاف تتوقف على موقعه فان كان موقعه في سطح دائرة البروج يتحرك على خط مستقيم متقدماً ومدبراً مرة كل سنة ويظهر ثابتاً في فصليين متقابلين من السنة اية عند ما يتوجه الأرض اليه وعند ذهابها عنه واذ رُسم فلك الأرض قطريين النقطتين المشار اليهما اي نقطتي وقوف النجم برسم النجم خطاً يوازي وحركته عكس حركة الأرض

وان كان موقع النجم قطب دائرة البروج وظهر له اختلاف سنوي يُشعر به كانت حركته في فلك يوازي فلك الأرض وبشبهه اي يسوغ ان يُحسب دائرة مركزها موقع النجم منظوراً اليه من الشمس ويكون موقع النجم الظاهر وموقع الأرض الحقيقي متقابلين واذ كان موقعه بين سطح دائرة البروج وقطبها يتحرك في هليجي نسبة قطرها الى منصفه متوقفة على عرض النجم



شكل ١٤٧

(٢٤٣) لنفرض ي ي (شكل ١٤٧) قطر فلك الأرض ون نجماً فالزاوية ي ن ي في مضاعف الاختلاف السنوي ي ن ش و ٢٦٠ = ١٢٩٦٠٠٠ ونسبة ١٤١٦ : ٢ : ١ : ٢٠٦٣٦٥ = ١ : ٢٠٦٣٦٥ : ١٢٩٦٠٠٠ : ٢٠٦٣٦٥

في ثواني وان فرضنا ر = ١/٢ قطر فلك الأرض ود بعد النجم وخ الاختلاف فلنا

$$د = ر \times \frac{٢٠٦٣٦٥}{خ} \quad (٥٩)$$

فان كان خ ا يكون بعد النجم ٢٠٦٣٦٥ مرة بعد الشمس عن الأرض ولم يتحقق لنجم اختلاف ا فلا يمكن ان يكون بين الأرض واقرّب الثوابت اقل من ٢٠٦٣٦٥ مرة بعد الشمس اي





النجم السنوي فيكون القطر الاعظم مضاعف الاختلاف . وهذه الطريقة افضل من الاولى لان النجمين لقرب احدهما الى الآخر يفعل بها الكبر والانحراف والانكسار على حدٍ سوسه ويُفرض فيه أن النجم الثابت ظاهراً هو ثابت حقيقة أو انة ابعد من الآخر كثيراً فلا تظهر له حركة بنة وعلى الطريق الاول استعلم هندرسن اختلاف  $\alpha$  قنطوروس  $112^{\circ}$  واستعلم بسل اختلاف  $\gamma$  الدجاجة  $248^{\circ}$  كما تقدم

الى الآن لم يُعرف اختلاف سنوي الا لاثني عشر نجماً كما في هذه القائمة غيرها مبنية على اختلاف الشمس الافقي القديم وعلى سرعة النور بموجب الحساب القديم

| اسم النجم              | اختلاف بعد الشمس      | حركة النور السنوي = ١ | الراصد             |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| $\alpha$ قنطوروس       | $9187^{\circ}$ ٢٢٤٠٠٠ | $52^{\circ}$          | مكبر               |
| $\gamma$ الدجاجة       | $5638^{\circ}$ ٢٦٦٠٠٠ | $57^{\circ}$          | أوزن               |
| $\alpha$ ٢١٢٥٨ لالاند  | $2709^{\circ}$ ٧٦١٠٠٠ | $1^{\circ}$           | "                  |
| $\alpha$ ١٧٤١٥ اولتزن  | $247^{\circ}$ ٨٣٥٠٠٠  | $9^{\circ}$           | كربير              |
| $\alpha$ ١٨٣٠ كروميردج | $226^{\circ}$ ٩١٢٠٠٠  | $21^{\circ}$          | بيترس              |
| $\gamma$ الشجاع        | $16^{\circ}$ ١٢٨٦٠٠٠  | $21^{\circ}$          | كربير              |
| $\alpha$ النسر الواقع  | $155^{\circ}$ ١٢٢٧٠٠٠ | $86^{\circ}$          | سروق الاول والثاني |
| الشعري البانية         | $150^{\circ}$ ١٢٧٥٠٠٠ | $56^{\circ}$          | هندرسن وبيترس      |
| $\alpha$ الدب الأكبر   | $143^{\circ}$ ١٥٥٠٠٠٠ | $21^{\circ}$          | بيترس              |
| السمك الراح            | $127^{\circ}$ ١٦٢٤٠٠٠ | $46^{\circ}$          | "                  |
| القطب                  | $67^{\circ}$ ٢٠٧٨٠٠٠  | $26^{\circ}$          | "                  |
| العبيق                 | $46^{\circ}$ ٤٤٨٤٠٠٠  | $30^{\circ}$          | "                  |

لاجل المقابلة بين هذه الابعاد الموهلة والنظام الشمسي يُرسم فلك لنيبتون نصف قطره  $30$  قدما فيكون بعد  $\alpha$  قنطوروس  $40$  ميلاً وبعد  $\gamma$  الدجاجة  $110$  اميال وقس على ذلك اما بقية النجوم التي لم يُعرف لها اختلاف سنوي فهي ابعد ما ذكر كثيراً

(٢٤٦) قد قابل بعضهم بين نور  $\alpha$  قنطوروس ونور القمر وبعد المقابلة ا مرة قد حسب نور القمر اكثر من نور النجم المشار اليه على نسبة  $27408 : 1$  وقد وجد ولستون ان نور الشمس الى نور القمر  $801072 : 1$  فيكون نور الشمس الى نور  $\alpha$  قنطوروس الواصل اليها  $219500000000 : 1$  والنور بالقلب كربع البعد فيكون نور النجم المشار اليه الذاتي اي  $\alpha$  قنطوروس الى نور الشمس الذاتي

٢٨٥٤' ١٠٢\* ونور الشعري اليمانية اربعة اضعاف نور قنطوروس واختلفا ١٥٠' "فهيكون نور الشعري ١٢٧' مرة نور شمسنا + فلو بعدت الشمس الى بعد اقرب السيارات لكان قطرها  $\frac{1}{13}$  " فقط ونورها  $\frac{1}{138}$  من نور الشعري الآن (٢٤٧) لاجل تسهيل تعيين مواقع النجوم قد انقسمت الى صور فصور الابراج قد مضى ذكرها (صفحة ٤) وهي

|   |                          |                     |         |                      |         |
|---|--------------------------|---------------------|---------|----------------------|---------|
| المحمل                                      | الثور                    | الجوزاء او الثوأمين | السرطان | الاسد                | السنبلة |
| الميزان                                     | العنبر                   | الرامي              | المجدي  | الدلو                | الحوتين |
| اما الصور الواقعة الى شمالي صور الابراج فهي |                          |                     |         |                      |         |
| الدب الأكبر                                 | ماسك الاعنة              |                     |         | الدجاجة              |         |
| الدب الأصغر                                 | الاسد الأصغر             |                     |         | الثعلب               |         |
| التنين                                      | السلاقيان                |                     |         | النسر الطائر والعقاب |         |
| فيفاوس                                      | شعر برنيشي               |                     |         | اتينوس               |         |
| ذات الكرسي                                  | العواء                   |                     |         | دلفينوس              |         |
| الزرافة                                     | العكة او الأكليل الشمالي |                     |         | السهم                |         |
| المرأة المسلسلة                             | الجاني                   |                     |         | الفرس                |         |
| فرساوس                                      | الشلياق                  |                     |         | قطعة الفرس           |         |
| المثلثان                                    |                          |                     |         | الحواء               |         |

اما الصور الى جنوبي صور الابراج فهي

|         |              |                 |                 |
|---------|--------------|-----------------|-----------------|
| قبطوس   | الذئب        | الصليب          | الغراب          |
| الجبار  | وحيد القرن   | السفينة         | النهر           |
| الارنب  | الكلب الأكبر | الحبة او الشجاع | الحوت الجنوبي   |
| قنطوروس | الكلب الأصغر | الكاس           | الحجرة          |
|         |              |                 | الأكليل الجنوبي |

\* حاشية. هو ٢٢٤٠٠٠ مرة بعد الشمس و (٢٤٤٠٠٠) = ١٧٦ ... ٥٠ وهذه

الكمية منقسومة على ٢١ ٩٥٥ ... = ٢٨٥٤'

+ ... ٢١ ٩٥٥ ... = (٤) + ١٢٧٢١٨٧٥٠٠ وهو عنا ١٢٧٥٠٠٠ مرة بعد

الشمس و (١٢٧٥٠٠٠) = ١٨٩٠٦٢٥ ... + ١٢٧٢١٨٧٥٠٠ = ١٢٧٥٠٠٠ +



(٣٤٨) نجوم صورة تتعين بالاحرف الابدانية اليونانية اي الانور و ما دونه  $\beta$  والثالث  $\gamma$  وهلم جرا وان لم تكف هذه الاحرف لعدد النجوم في صورة تستخدم الاحرف الرومانية وان لم تكف ايضا فالاعداد الطبيعية وقد اصطنعت قوائم كثيرة للنجوم الثوابت بتعين بها صعودها المستقيم وميلها ومن اقدم تلك القوائم قائمة هيرخوس فيها ١٠٢٢ من انور النجوم وقائمة بطليموس وقائمة نصير الدين الطوسي سنة ٦٦٠ للهجرة توافق ١٢٦١ مسيحية في عصر الخليفة المستعصم ساء الزنج الحثاني وقائمة الخ بك حفيد تيمور صنع في سمرقند سنة ٨٥٣ للهجرة توافق ١٤٤٩ مسيحية وقائمة عبد الرحمن الصوفي وفي هذه القوائم ذكر عرض النجوم وطولها اما قائمة محمد التبريزي موقت الجامع الاموي في دمشق الشام المصطنعة في ٩٤٠ للهجرة الموافق ١٥٣٣ مسيحية ففيها مطالع النجوم وميلها والمطالع محسوبة من اول الجدي ومن القوائم الحديثة المعتمدة عليها قوائم كرينويج وقائمة الجمعية البريطانية وقوائم آخر كثيرة كما سباني في محله في القسم الثاني من هذا المؤلف اي العملي ان شاء الله اما كيفية معرفة الصور ونجومها فراجع فيه كني في تخطيط السماء لان هذا المقام لا يسع ذكر كل ما يلزم لذلك

وعدد النجوم في الصور يختلف حسب قوة البصر والنظارة

| فقد عد      | بطليموس | تيجوبراي | هفل | فلسفيد | بود |
|-------------|---------|----------|-----|--------|-----|
| في الحمل    | ١٨      | ٢١       | ٢٧  | ٦٦     | ١٤٨ |
| الدب الاكبر | ٢٥      | ٥٦       | ٧٣  | ٨٧     | ٢٢٨ |
| العواء      | ٢٢      | ٢٨       | ٥٢  | ٥٤     | ٢١٩ |
| الاسد       | ٢٥      | ٤٠       | ٥٠  | ٩٥     | ٢٣٧ |
| السنبلة     | ٢٢      | ٢٩       | ٥٠  | ١١٠    | ٤١١ |
| الثور       | ٤٤      | ٤٣       | ٥١  | ١٤١    | ٢٩٤ |
| الجبار      | ٢٨      | ٦٢       | ٦٢  | ٧٨     | ٢٠٤ |

وقد عد في معين الجبار فقط اكثر من ٢٠٠٠ نجم

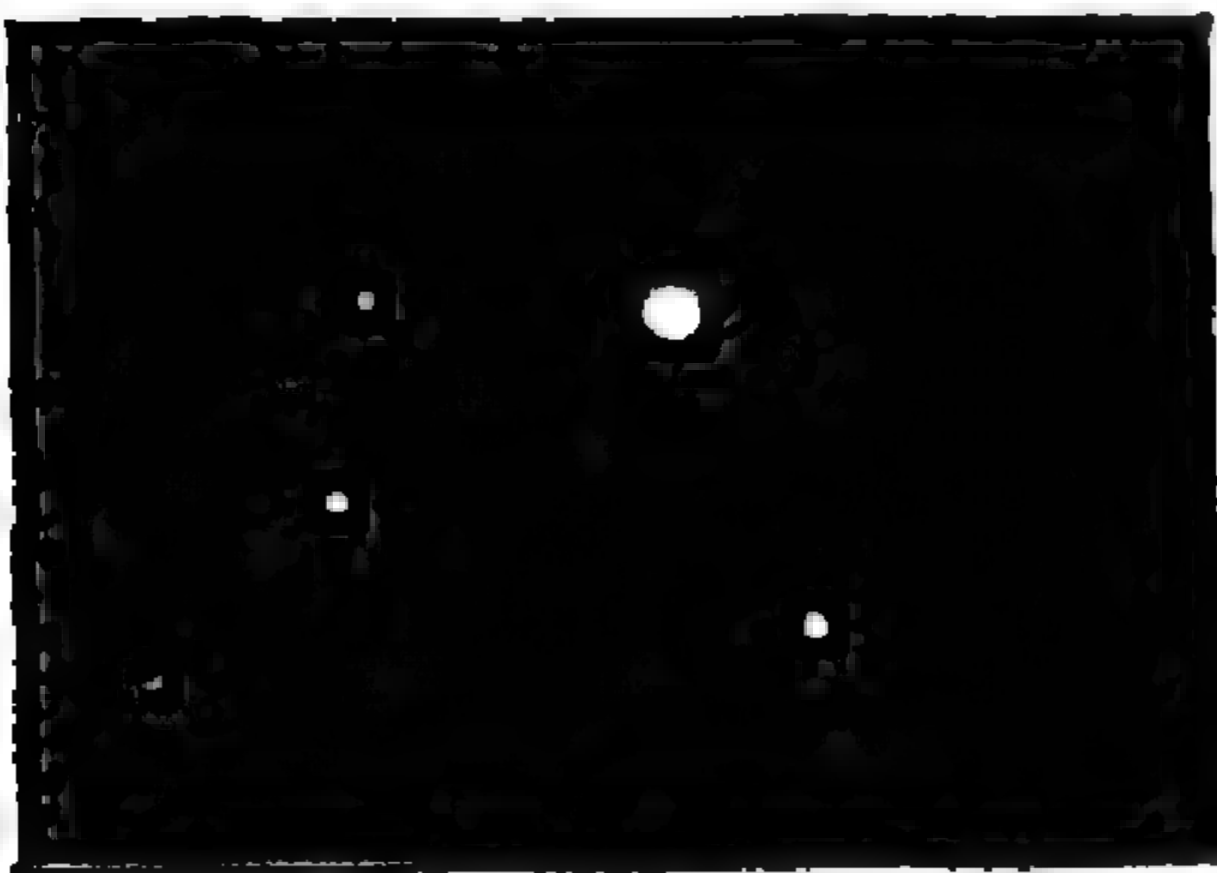
ان درس الصور يستلزم وجود كرة سماوية جيدة او اطلس النجوم او مرشد يرشد المبتدئ الى معرفة الصور شفاهة ولا غني عن ذلك لمن يرغب التقدم في هذا الفن

## الفصل الثاني

## في النجوم المزدوجة والمتعددة

(٢٤٩) للنظر المجرد كل النجوم مفردة وبواسطة آلات معونة البصر يرى كثيراً منها مزدوجة او متعددة ولما شرع سروليم هرشل بالتنقيب على نجوم مزدوجة بواسطة نظارته الكبيرة سنة ١٧٨٠ عُرِفَ منها اربعة فقط ولكنه بمدة وجيزة كشف عن ٥٠٠ نجم مزدوج وقيد مواقعها وبعد زمانه كشف سريوحنا هرشل وستروف عن نجوم كثيرة من هذا النوع فبلغ عدد المعروفة منها نحو ٦٠٠٠ نجم بعضها ظاهرة للنظارات الاعيادية والبعض لا يرى مزدوجاً الا بواسطة اقوى النظارات وفي المضافات الى آخر هذا الكتاب قائمة بعض النجوم من هذا النوع

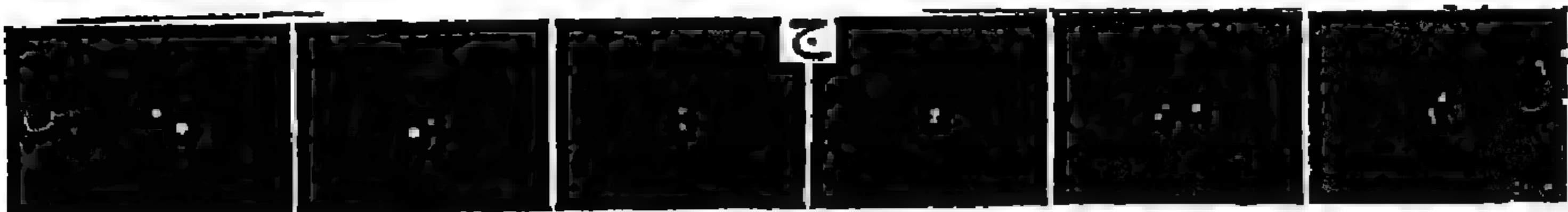
(٢٥٠) اذا وقع نجمان على استقامة واحدة اي على خط واحد تقريباً يظهران للنظر نجماً واحداً مزدوجاً مع وجود مسافة طويلة بينهما وبدون تعلق بينهما مطلقاً وذلك النجم ليس بمزدوج حقيقي بل سمي مزدوجاً بصرياً واذا كان بين النجمين تعلق بحيث يتحرك الواحد حول الآخر فهو نجم مزدوج حقيقي وقد كشف هرشل في مدة ٢٥ سنة عن ٥٠ نجماً من هذا النوع ومنذ ايامو زاد عدد المعروفة منها حتى بلغ الآن الى ما يتوفى على ٦٠٠ نجم مزدوج حقيقي والذي من هذا النوع سمي ثنائياً تمييزاً بينه وبين المزدوج البصري



شكل ١٤٩ ٩ الجبار



شكل ١٤٨ ٤١ و ٤٢ الشلياق والثلاثة الضعف



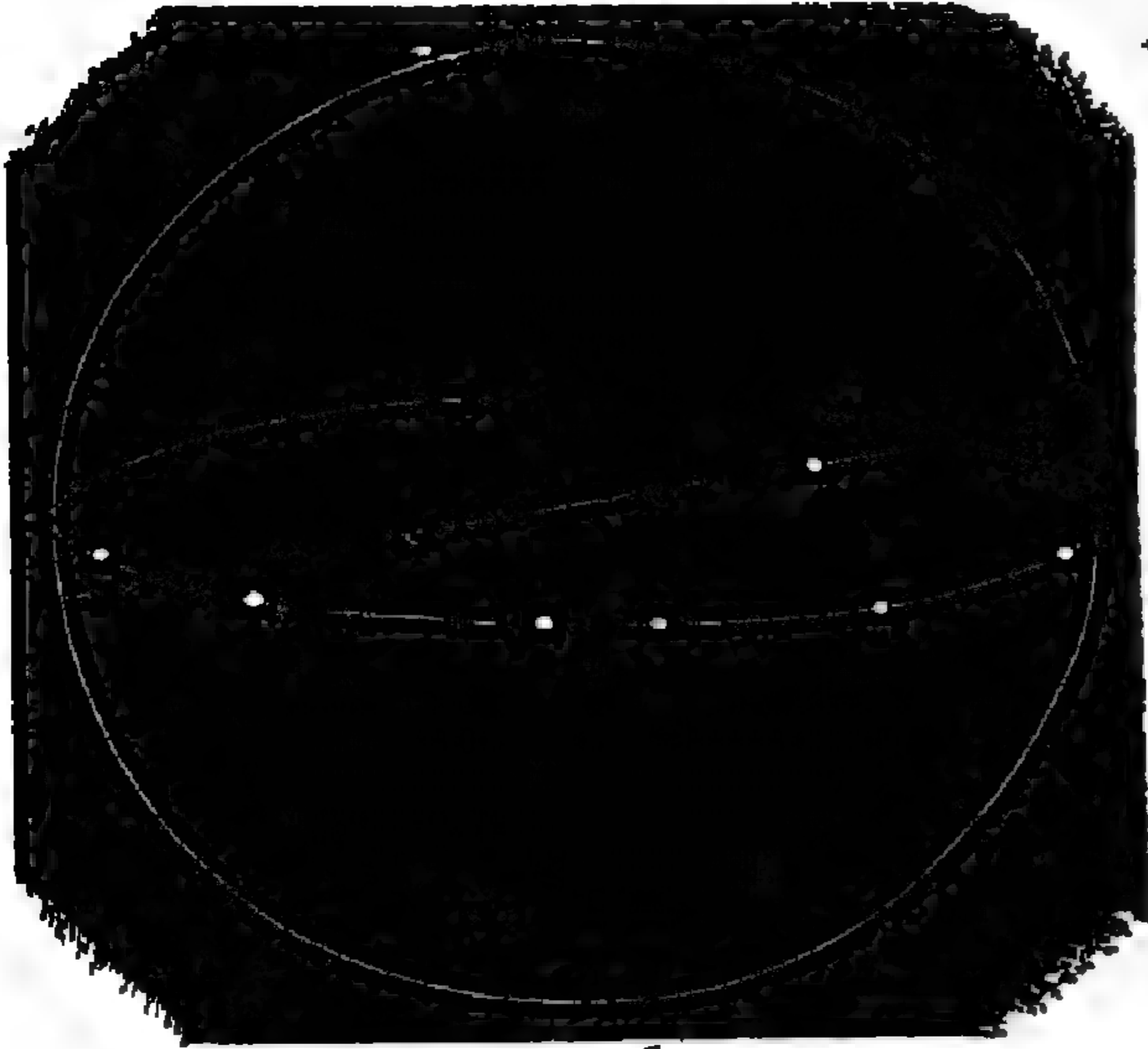
شكل ١٥٠ ك السرطان ١١ وحيد القرن ٢ الحواء ٢٩ الثنين ٧ الاسد كستور





وفلكة الحقيقي مطاوع أكثر من ذلك

اقصر مدات النجوم الثنائية مدة ٢٦٢ سنة ومدة  $\alpha$  قنطوروس محسوبة ٧٥٢ سنة غير انه لم يكمل دورة واحدة منذ اكتشافه



شكل ١٥٤

(٢٥٢) مساحة افلاك النجوم الثنائية تُعرف اذا عُرِف اختلافها وبعدها وقد تقدم ذاك من جهة  $\alpha$  قنطوروس و٦١ الدجاجة فيستعلم معدل القطر الحامل من طول قطر الهايلي الاطول وهو في  $\alpha$  قنطوروس ٢٠ وبعده عن الارض كما تقدم

$$= 224.000 \times 91420.000$$

$$= 20.480.220.000.000$$

و١٢ ج ١٥ " ٢٠٤٨٠ ٢٢٠ ٠٠٠ ٠٠٠ : ١٤٨٩٤٠٠ ٠٠٠ ميل

اي ١٧ مرة بعد الشمس عن الارض

(٢٥٤) استعمال مادة النجوم الثنائية . اذا عُرِفَت مداتها والمسافة بين نجميها تحسب مادة

النجم المركزي

$$م \propto \frac{r^3}{T^2} \text{ (٢١٦)}$$

فلنا في  $\alpha$  قنطوروس على افتراض بعد الشمس عن الارض واحدا ومدة الارض واحدا

$$م = \frac{r^3}{T^2} = \frac{1^3}{1^2} = 1$$

اي مادة نجم واحد من نجمي  $\alpha$  قنطوروس هو نحو  $\frac{1}{1}$  مادة الشمس

(٢٥٥) من النجوم المزدوجة ازدواجاً بصرياً

| النسبة الواقعة | قدر | بينهما |
|----------------|-----|--------|
| ١١             | ١١  | ٤٣"    |
| ١٢             | ١٢  | ١٠٨    |
| ١٣             | ١٣  | ١٥٢    |
| ١٤             | ١٤  | ٢٠٨    |

عم التوأمن اي بلوكس

(٢٥٦) في كثير من النجوم الثنائية والمزدوجة يختلف لون النجم الواحد عن لون الآخر وكثيراً

ما يكون لون الواحد منها متم لون الآخر فغالباً يكون اكبرها احمر او برتقالي اللون والاصغر ازرق

او اخضر وبعض النجوم المفردة لونها احمر او اصفر فاقع اما نجوم مفردة على اللون الازرق او الاخضر  
فنادرة جداً ومنها  $\beta$  الميزان

وهناك قائمة بعض النجوم المزدوجة والثنائية المختلفة الالوان

| اسم                      | ص ١٨٧٠ | ميل ١٨٧٠             | قدر             | لون A        | لون B       |
|--------------------------|--------|----------------------|-----------------|--------------|-------------|
| $\eta$ ذات الكرسي        | ١٥ ٤١  | $7^{\circ} 58' 10''$ | $4 \frac{1}{2}$ | اصفر         | بنفسجي      |
| $\alpha$ المحوتين        | ١٨ ٥٥  | $1^{\circ} 18'$      | ٥ ٦             | اخضر فاتح    | ازرق        |
| $\gamma$ المرأة المسلسلة | ٥٥ ٥٥  | $41^{\circ} 42'$     | $2 \frac{1}{2}$ | پرطقالي      | اخضر بحري   |
| $\epsilon$ السرطان       | ٤٩ ٢٨  | $29^{\circ} 14'$     | $5 \frac{1}{2}$ | پرطقالي      | ازرق        |
| $\delta$ العواء          | ١٨ ٢٩  | $27^{\circ} 42'$     | ٢ ٧             | پرطقالي باهت | اخضر بحري   |
| $\zeta$ الاكليل          | ٢٩ ٢٤  | $27^{\circ} 36'$     | ٥ ٦             | ابيض         | بنفسجي      |
| $\alpha$ الجاني          | ٤٣ ٨   | $14^{\circ} 22'$     | $2 \frac{1}{2}$ | پرطقالي      | اخضر زمردني |
| $\beta$ الدجاجة          | ٢٨ ٢٥  | $27^{\circ} 41'$     | ٢ ٧             | اصفر         | ازرق صفيري  |
| $\sigma$ ذات الكرسي      | ٢٦ ٥٢  | $55^{\circ} 18'$     | ٦ ٨             | مخضر         | ازرق فاتح   |

وقد تحقق ان الوان بعض النجوم قد تغير في مضي الادوار. حكى بطليموس وسنيكا ان الشعري  
البانية في عصرها كان على اللون الاحمر او بالاقل محمر قال سنيكا انها اشد حمرة من المرنج وشبهها  
بطليموس بقلب الغريب لوناً وهي الآن شديدة البياض مع لمحات زرق وحكى سروليم هرشل عن  
 $\gamma$  الاسد و  $\gamma$  دلفينوس انها على اللون الابيض في عصرهما اما الآن فالنجم الاكبر من كلا الزوجين  
اصفر والذي كان اصفر من كلا الزوجين صار اخضر

(٢٥٧) نجوم متعددة. ان بعض النجوم المفردة للنظر المجرد والمزدوجة للنظارات الاعيادية  
ترى بواسطة النظارات القوية ثلاثية ومنها رباعية ومنها سداسية ومنها سباعية فأكثر مثال الثلاثية  
 $\epsilon$  ذات الكرسي و  $\alpha$  اوحيد القرن و  $\alpha$  اللنكس و  $\epsilon$  السرطان ومن المسدسة  $\beta$  الجبار (شكل ١٤٩)  
ومن السباعية  $\epsilon$  الشلياق (شكل ١٤٨) و  $4746$  في ص م  $10^{\circ} 5'$  وميل شمالي  $8^{\circ} 50'$  مؤلف  
من عشرة نجوم فصاعداً من القدر الثاني عشر والثالث عشر بقرب واحد من القدر الثامن (انظر  
القائمة في المضافات)

## الفصل الثالث

### في النجوم المتغيرة والموقته وحركة النجوم الخصوصية

(٢٥٨) ان بعض النجوم يزيد نورها تارة ويقل اخرى فسميت بنجوم متغيرة وقد انكشف عن أكثر من مئة نجم من هذا النوع ولعل عددها الحقيقي أكثر من ذلك كثيراً

النجم المتغير الذي عرف أول الكل هو  $\alpha$  قيطوس ولقب العجيب في ص م  $12^{\circ} 3'$  وميل  $24^{\circ} 2'$  يقلب بين اشد نوره والاختفاء التام نحو  $12$  مرة في  $11$  سنة اي بين القدر الثاني والاختفاء في  $221$  يوماً  $16^{\circ} 4'$  ويبقى على اشد نوره نحو  $14$  يوماً ويتناقص مدة  $2$  اشهر حتى يختفي عن النظر ويبقى غائبا مدة  $5$  اشهر ثم يعود الى ما كان عليه في نحو  $2$  اشهر ومعظم نوره ليس على درجة واحدة ولا يثبت على مدة واحدة بالتام ومعدلها  $221$  يوماً  $8'$  وتقدر هذه المدة وتطول بالتعاقب  $25$  يوماً كل  $88$  سنة . كان على معظمه في  $1826$  سنة وكان نوره حينئذ مثل نور  $\alpha$  قيطوس او  $\beta$  ماسك الاعنة وحسب رصد شمدت كان على معظمه  $25$  ابار سنة  $1872$

ومن النجوم المتغيرة  $\beta$  فرساوس اي النول وهو في الغالب من القدر الثاني ص م  $3^{\circ} 3'$  وميل  $40^{\circ} 27'$  ويقل نوره حتى يصير من القدر الرابع في  $1/2$  ساعات ويبقى على ذلك نحو  $20'$  ثم في  $1/2$  يعود الى القدر الثاني ويبقى على ذلك  $12^{\circ} 3'$  ثم يخف نوره ايضاً على النسق المذكور فتكون كل مدته  $2^{\circ} 30' 48'' 55''$  على ان هذه المدة تقصر زماناً ثم تزيد ايضاً

ومنها ايضاً  $\delta$  فيفاوس وهو نجم مزدوج وربما ثنائي في ص م  $22^{\circ} 24'$  وميل  $57^{\circ} 20'$  الواحد على قدر  $1/4$  والآخر على قدر  $2$  وبينهما  $41''$  لون الواحد اصفر ولون الآخر ازرق ساو به يتغير الأول اي الذي على قدر  $1/4$  حتى يصير  $1/2$  في  $5$  ايام  $8^{\circ} 30'$  وبين معظمه ومصغره  $2$  ايام  $19'$  وبين مصغره ومعظمه  $12^{\circ} 3'$  ويزعم شمدت بتغير عدة من نجوم فيفاوس . ومنها  $\beta$  الشلباق بقرب النسر الواقع في ص م  $18^{\circ} 50'$  وميل  $22^{\circ} 12'$  ومدته  $21^{\circ} 52'$  وعلى هذا النسق إذا كان على قدر  $4^{\circ} 2'$  يصغر حتى يصير على قدر  $2^{\circ} 4'$  ثم يزيد الى معظمه ايضاً ثم يصغر حتى يصير على قدر  $5^{\circ} 4'$  وقد لاحظ شمدت عدم الركز على ذلك تماماً لثلاثة رفاق على القدر  $8^{\circ} 5'$  و  $8^{\circ} 9'$  ومن النجوم المتغيرة  $R$  الاكليل الشمالي مدته  $222$  يوماً وهو على معظمه من القدر السادس و  $T$  الاكليل الشمالي كان على القدر الثاني في  $12$  ابار سنة  $1866$  وفي  $24$  منه صار على قدر  $8^{\circ} 5'$  ثم على قدر  $9^{\circ}$



ثم زاد الى قدر ٧ ثم ٧ في ت<sup>٢</sup> ولا يزال يتغير موقعة على ١/٢ المسافة بين  $\pi$  الاكليل نحو  $\pi$  النجدة ومنها  $\pi$  السفينة هو غالباً بين القدر الاول والثاني ونارة بريد نوره حتى يضاهي سهيلاً (٢٥٩) يُعَلَّل عن رؤى النجوم المتغيرة بانها دائرة على محوراتها وان جانباً منها اقل نوراً من الجانب الآخر وايضاً بتواسط جرم مظلم بيننا وبينها وبانها تبعد وتقترب وبان لها كرة هوائية وابخرة تنجب بعض نورها احياناً ولا شيء من ذلك أكيد

ومن هذا النوع ايضاً نجوم وقتية تظهر مدة وجيزة ثم تزول . ذكر هيرخوس واحداً منها في القرن الثاني ق م وعلى قول اقليدس ظهور ذلك النجم حمل هيرخوس على اصطناع قائمة الثوابت سنة ١٢٥ ق م وذكر في توارخ الصين نجم جديد في المغرب ق م ١٢٤ وقد ظهرت نجوم لامعة في ذات الكرسي او بقرها سنة ٩٤٥ و ١٢٦٤ و ١٥٧٢ وهذا الاخير رصدت نخبوراهي من ت<sup>٢</sup> سنة ١٥٧٢ الى اذار سنة ١٥٧٤ اي ١٧ شهراً وفاق الشعري والزهرة لمعاناً وظهر في النهار وانقلب بين ايض واصفر واحمر ثم ابيض ايضاً ولم يتغير موقعة بين النجوم بته وقد زعم بعضهم ان الرؤى الثلاث المذكورة هي رؤى نجم واحد ذي مدة طويلة

وفي سنة ١٦٠٤ ظهر نجم لامع مثل الزهرة في صورة الحواء مدة ١٥ شهراً ذكره كبلر وفي سنة ١٦٧٠ ظهر نجم لامع من القدر الثالث في صورة الدجاجة وبقي منتبهاً ثم ضعف نوره ثم زاد ثم تلاشى وفي ٢٨ نيسان سنة ١٨٤٨ رأى المعلم هيند نجماً جديداً من القدر الخامس في الحواء ثم بلغ القدر الرابع ثم قل وهو الآن من القدر الحادي عشر والثاني عشر

وقد ذكر في القوائم السابقة نجوم لا وجود لها الآن وبالقلب ظهرت نجوم لم تذكر فقد ذهب من الجائي ٤ ومن السرطان واحد ومن فرساوس واحد ومن الخوتين واحد ومن الشجاع واحد ومن الجبار واحد ومن شعر برنيشي اثنان وعدة نجوم من قائمة بطلمبوس لم تذكر في قائمة ألغ بيك سنة منها بقرب الخوت الجنوبي واربعه منها من القدر الثالث ولعل كل هذه النجوم الموقنة نجوم متغيرة مداتها طويلة او قد اخطي في رصد بعضها

(٢٦٠) قد تقدم ان النجوم الثوابت على نمادي الادوار تغيرت مواقعها النسبية قليلاً وبعضها تغير اكثر من بعض فقد تحرك السماك الراجح ٥ في ١٥٢ سنة والنجم بقريه  $\pi$  العواء لم يتحرك و  $\pi$  النسراي النسرا الطائر بعد مضي ادوار يكون الى شرقي نجم بقريه الى الشرق ومن النجوم التي ظهرت لها حركة سنوية واضحة

٨٧ ٨

٧٤ ٧

٢١٥٠ السفينة

٤ الهند

٦٩٧"

١٨٣٠ كروميرج

٥' ١٢

٦١ الدجاجة

ومن رصد الدكتور هجنس بالسبكتروسكوب قد تحقق اقتراب بعض الثوابت نحو النظام الشمسي وابتعاد البعض عنه اما من حركاتها الخصوصية واما من حركة كل النظام الشمسي في الكون او من كليهما . اما النجوم المقتربة اليها فهي هذه

|                   |                          |                      |
|-------------------|--------------------------|----------------------|
| السمك الراح       | $\alpha$ الدجاجة         | $\alpha$ الدب الاكبر |
| النسر الواقع      | $\beta$ التوأمن          | $\gamma$ الاسد       |
| $\epsilon$ العواء | $\gamma$ الفرس           |                      |
| $\alpha$ الفرس    | $\alpha$ المرأة المسلسلة |                      |

اما الزاهية عنا فهي

|                  |                     |                          |
|------------------|---------------------|--------------------------|
| الشعري الشامية   | قلب الاسد           |                          |
| ابط الجوزاء      | $\beta$ الدب الاكبر | السمك الاعزل             |
| رجل الجوزاء      | $\gamma$ " "        | $\alpha$ الاكليل الثمالي |
| $\alpha$ التوأمن | $\delta$ " "        | الشعري الشامية           |
|                  | $\epsilon$ " "      | العيوق                   |
| $\beta$ الاسد    | $\zeta$ " "         | الدبران                  |
| $\delta$ "       | $\eta$ " "          | $\gamma$ ذات الكرسي      |

فقد اتفق اشهر علماء الهيئة الآن على ان الشمس ونظامها من العوالم سائرة نحو نقطة من القبة السماوية موقعها على الخط الموصل بين  $\pi$  و  $\mu$  الجاني على  $\frac{1}{4}$  البعد بينهما عن  $\pi$  اي ماس هذا الفلك العظيم ينهي الى  $\pi$  الجاني شمالاً والى  $\alpha$  الحمامة جنوباً والحركة السنوية الى تلك الجهة  $٦٣١$  من نصف قطر فلك الارض أي  $١٤٨٤٠٠٠٠٠$  ميل وهي دائرة حول نقطة في التريا مركزاً اي « الثور حسب رأي ميدلر وسرعة هذه الحركة نحو  $\alpha$  اميال كل ثانية . وبما ان كثيراً من النجوم الثوابت هي على ما يعلم بعيدة عن فعل جاذبية غيرها فربما يكون كل واحد من تلك مركز نظام عوالم كما ان شمسنا مركز نظام العوالم الدائرة حولها ومن تلك الشمس

|                     |        |                            |                |
|---------------------|--------|----------------------------|----------------|
| النسر الواقع        | العيوق | السمك الراح                | الشعري البانية |
| سهل                 | مركب   | $\gamma$ الجبار            | $\alpha$ قيطوس |
| $\alpha$ ذات الكرسي | الغراب | $\epsilon$ التوأمن اي بروس |                |

أما دَرَهْرُهُ النجوم الثوابت أو تشعشعها مثل قدح شرار فمن اسباب هوائية لانه كل ما سكن الهواء قل الدَرَهْرُهُ وكذلك كلما ارتفع الناظر عن سطح الارض قل اما النجوم الصغار الضعيفة النور فزويتها أوضح اذا كثر الدَرَهْرُهُ

## الفصل الرابع

### في القنوان والسدام

(٢٦١) القنوان جمع قنوو وهو الكباسة وبراد بها في اصطلاح علماء الهيئة محال من السماء نجومها محشوقة فبرى كثير منها في مساحة صغيرة والسدام جمع سديم وهو الضباب الرقيق وفي الاصطلاح نجوم صغيرة القدر جدا محشوقة حتى ترى مثل سحابة أو ضباب أو قطعة نيرة سحابة لا تحل الى نجوم مفردة بالنظارات القوية او ما تحقق بالسبكتر وسكوب انها مجتمعات غاز حام الى درجة الانارة وقد انقسمت باعتبار ما ذكر الى ثلاثة اقسام

- (١) قنوان أو عناقيد ترى بالنظر المجرد زاد وضوحها أو قل
- (٢) قنوان تحل الى نجوم مفردة بواسطة نظارة
- (٣) سدام لا تحل الى نجوم مفردة باقوى النظارات المعروفة وهذا التسم الثالث قد انقسم الى خمسة انواع

- (١) سدام حلقة
- (٢) " هليجية
- (٣) " حلزونية
- (٤) " سيارية
- (٥) نجوم مسددة

أول من اعتنى بتقيد قوائم القنوان والسدام الفرنسي مسيهر نرها بالاعداد الطبيعية وطبعت قائمته أولا في المناهج السنوية الفرنسية لسنة ١٧٨٣ و ١٧٨٤ ويشار الى كونها من قائمة مسيهر بالحرف الروماني M مثالة M ١ او M ٤ وهرشل الأول يدل عليه بالحرف H وهرشل الثاني بالحرف H فهرشل الأول قسم السدام والقنوان الى ٨ رتب هكذا (I) سديم لامع (II) سديم



ضعيف (III) سديم ضعيف جداً (IV) سديم سياري (V) سديم كبير (VI) قنومحشوك (VII) قنوقليل الحشك (VIII) قنومشترفلوقيل ٢٢ VI لكن المراد السديم الثالث والثلاثين من الرتبة السادسة من رتب هرشل

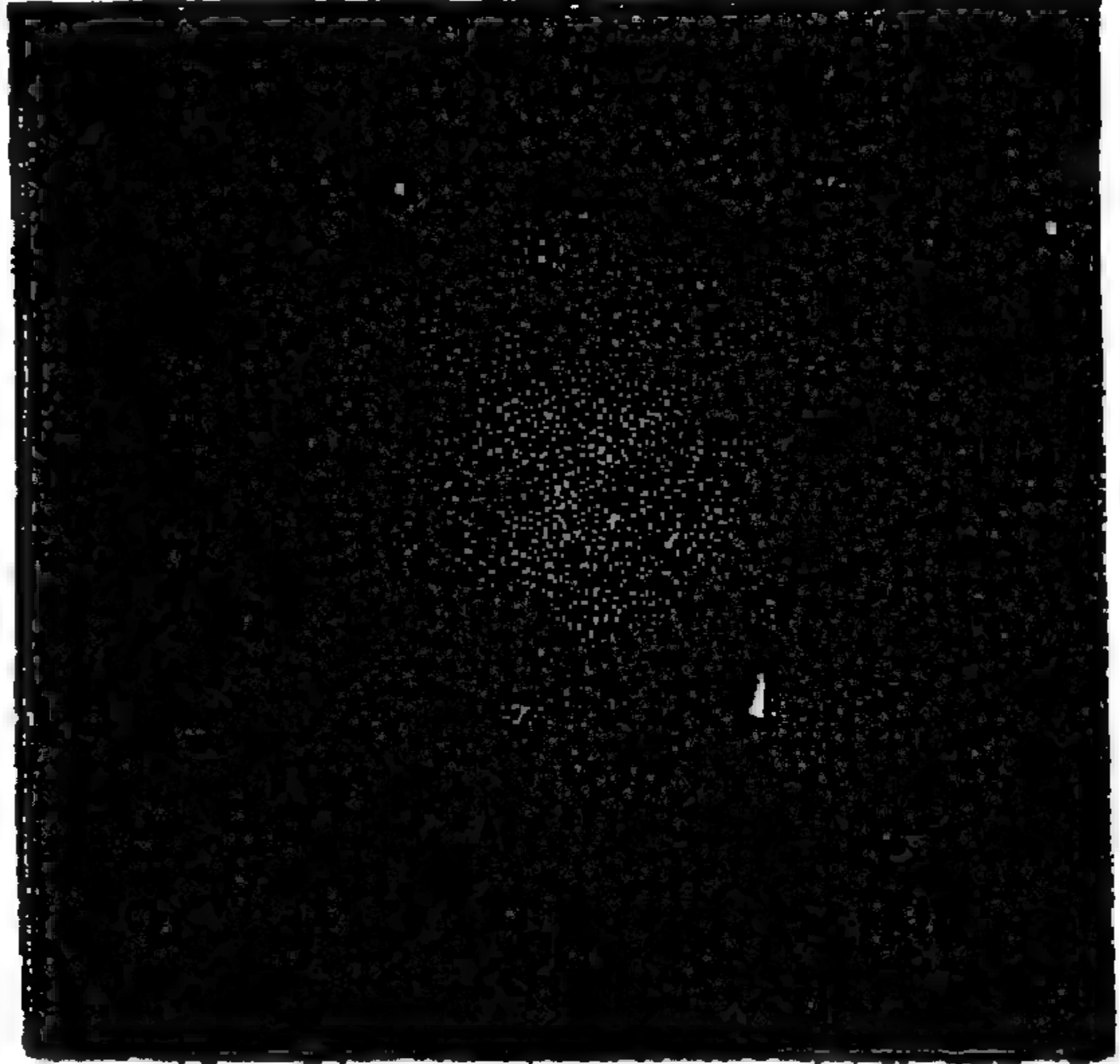
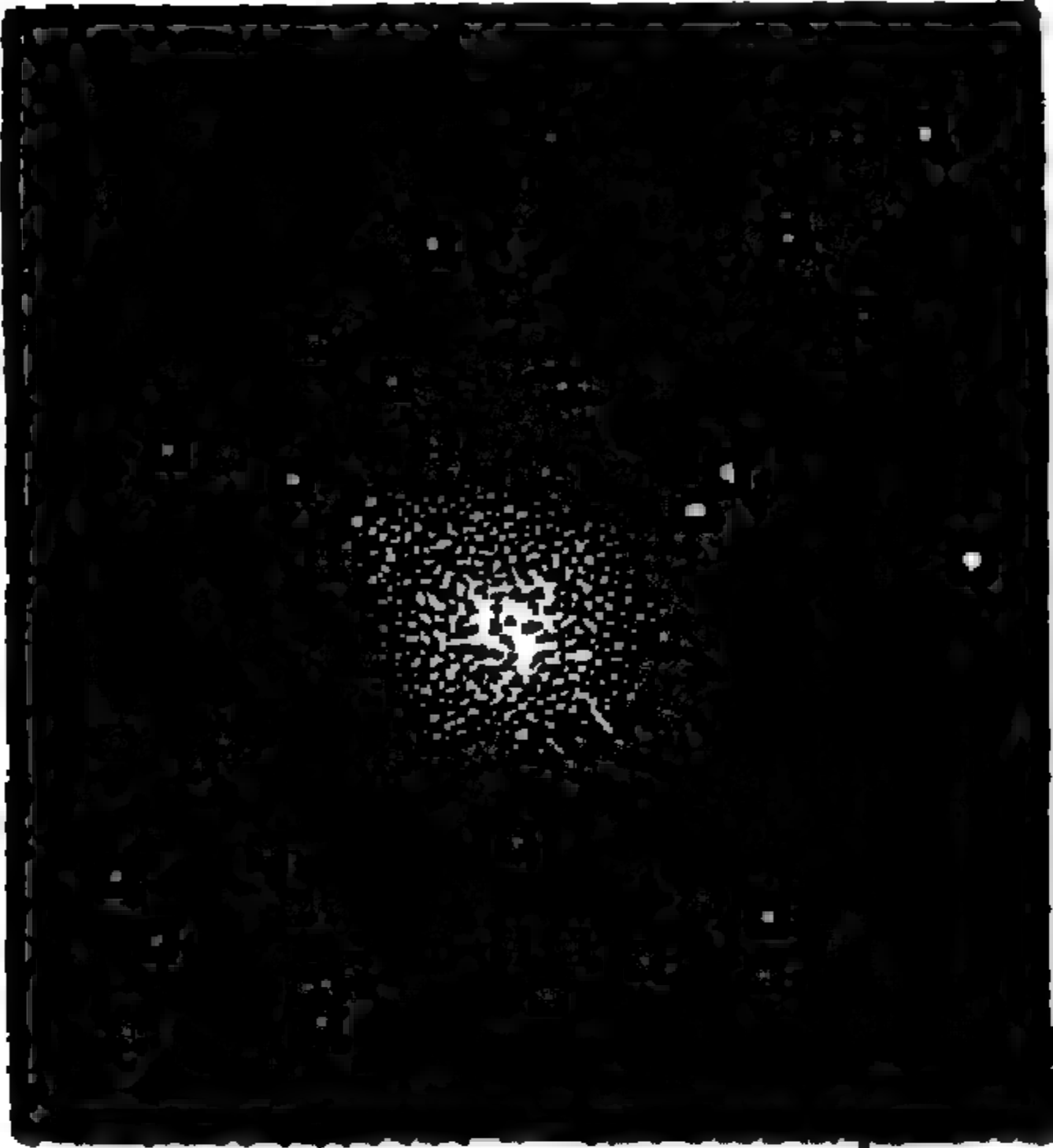
(١) من القسم الأول الثريا وعدة النجوم الظاهرة فيها متوقفة على حدة البصر فبعض العيون المجردة المحادة البصر ترى نجوماً مفردة حيث لا ترى غيرها إلا سحابة نيرة أو لا ترى شيئاً فالبعض يميز في الثريا ستة نجوم والبعض يميز ١٢ نجماً وربما يميز أكثر من ذلك بالنظر إليها من الماق أو بحرف العين عن الاستقامة قليلاً أما بالنظارة فيرى فيه ٥٠ أو ٦٠ نجماً انورها ألسيوني أو الثور من القدر الثالث بزعم أنه مركز دوران النظام الشمسي حسبما تقدم وهو المعروف بوسط الثريا ثم أكثرها وأطلس من القدر الرابع وما با وتايجيتا من القدر الخامس ويليوني وشيلينيون القدر السادس والسابع واستروبي بين القدر السابع والثامن وكثير دون ما ذكر قدراً وقد سميت الثريا عند البعض الفرقة والصبيان

ومن هذا النوع أيضاً عدة نجوم انورها الدبران ولعلها الفردود . قال الفيروزابادي في القاموس الفردود كواكب مصطفة خلف الثريا أما الدبران أو عين الثور فمن القدر الأول ولعل تسميته من كونه مدبراً خلف الثريا وهو المتزلة الرابعة من منازل القمر ومن هذا النوع أيضاً المعلق في السرطان غير أنه لا بجلة النظر المجرد نجوماً ويسمى أيضاً النثرة وهي المتزلة الثامنة من منازل القمر

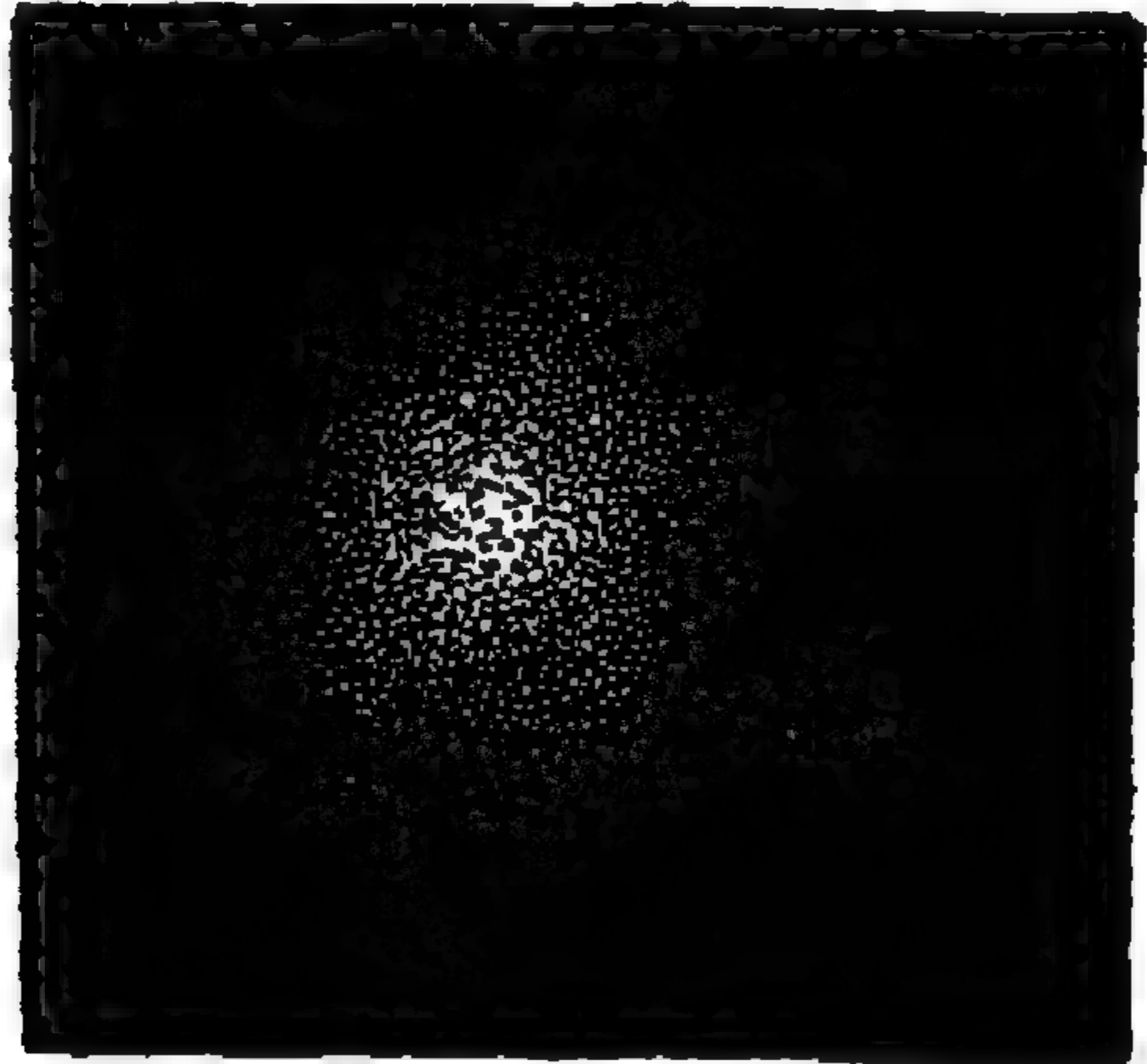
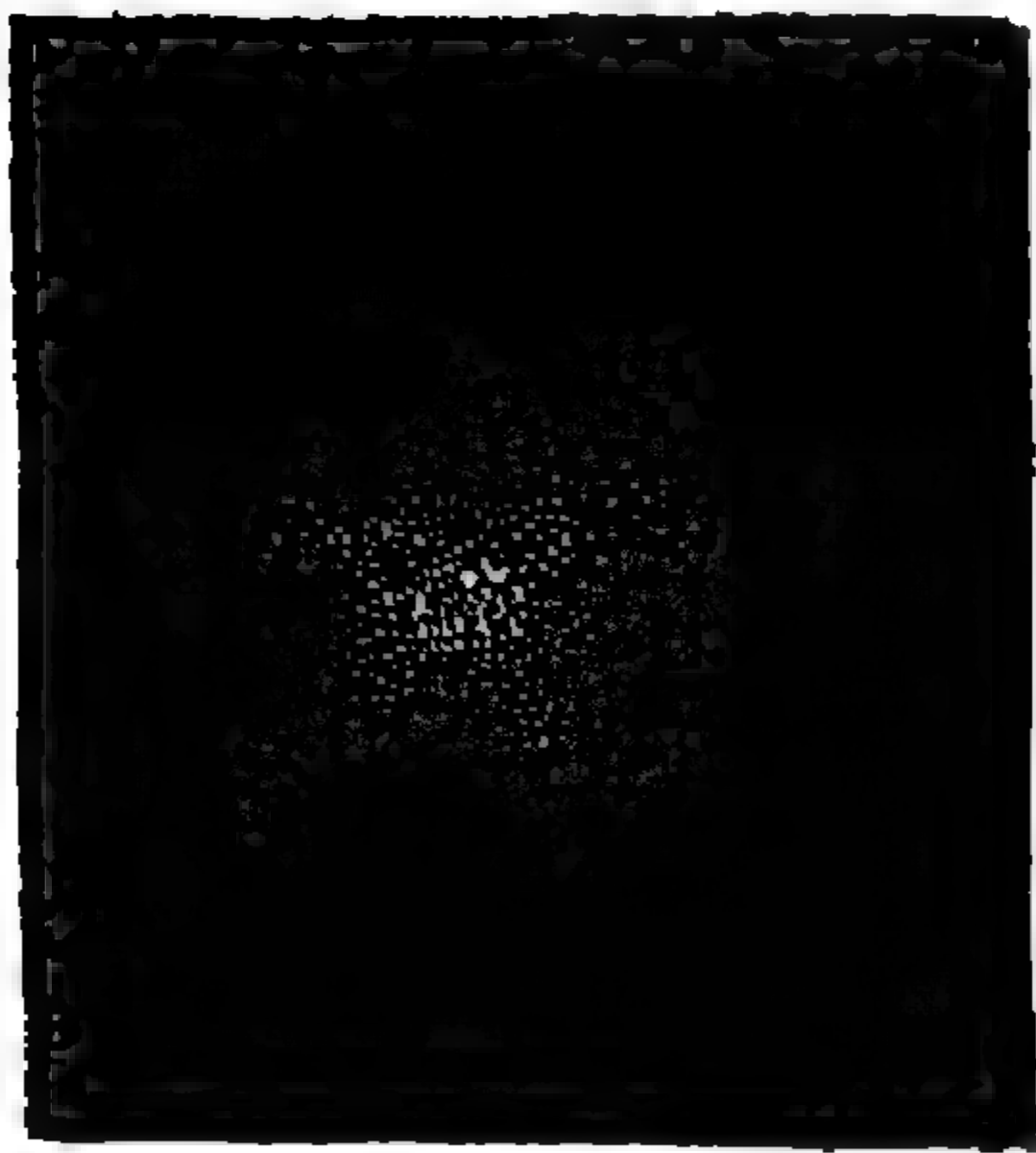
ومن هذا النوع أيضاً شعر برنيكي على منتصف المسافة بين  $\alpha$  السلاقيين وذنب الأسد (٢) أما القسم الثاني أي فتوان نحل إلى نجوم مفردة بواسطة النظارة فكثيرة جداً لا يسعنا المقام إلا لذكر بعضها فمنها

|             |          |                     |
|-------------|----------|---------------------|
| ١٨٧٠ ميل    | ١٨٧٠ ص م |                     |
| ٢٥° ٤' ٦٠ + | ١٠ ٢٧ ١  | (١) VI H ذات الكرسي |
| ٢٣° ٩' ٥٦ + | ٥٧ ٩ ٢   | (٢) VI H فرساوس     |
| ٢٠° ٧' ٢٤ + | ٤٩ ٠ ٦   | (٣) M المجوزاء      |
| ١° ٨' ٢٩ +  | ٨ ٢٦ ١٣  | (٤) M السلاقي       |
| ٢٤° ٦' ٢ +  | ٥٧ ١١ ١٥ | (٥) M الميزان       |
| ٤٣° ٥' ٢٦ + | ٣ ٢٧ ١٦  | (٦) M الجاثي        |
| ١٥° ٨' ٤٢ + | ١٥ ١٣ ١٧ | (٧) M الجاثي        |

|          |          |        |          |
|----------|----------|--------|----------|
| ١٨٧٠ ميل | ١٨٧٠ م ص |        |          |
| ٢٥٥ ٦ -  | ٩ ٤٤ ١٨  | اتينوس | M ١١ (٨) |
| ٢٥٥ ١١ + | ٢٩ ٢٢ ٢١ | الفرس  | M ١٥ (٩) |
| ٢٤٠ ١ -  | ٤٣ ٢٦ ٢١ | الدلو  | M ٢ (١٠) |



شكل ١٥٥ بقرب  $\omega$  قنطوروس ..... شكل ١٥٦ في الميزان

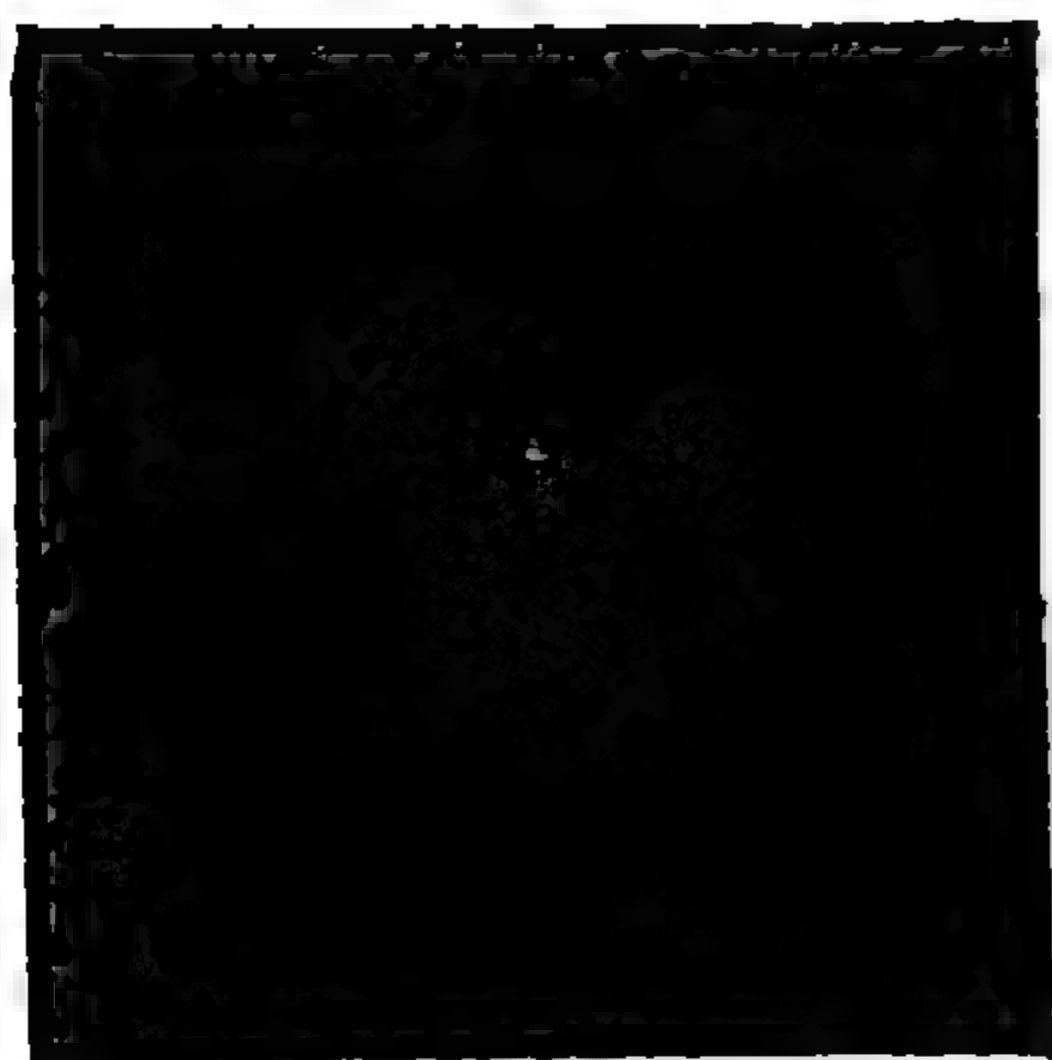


شكل ١٥٨ في الجدي

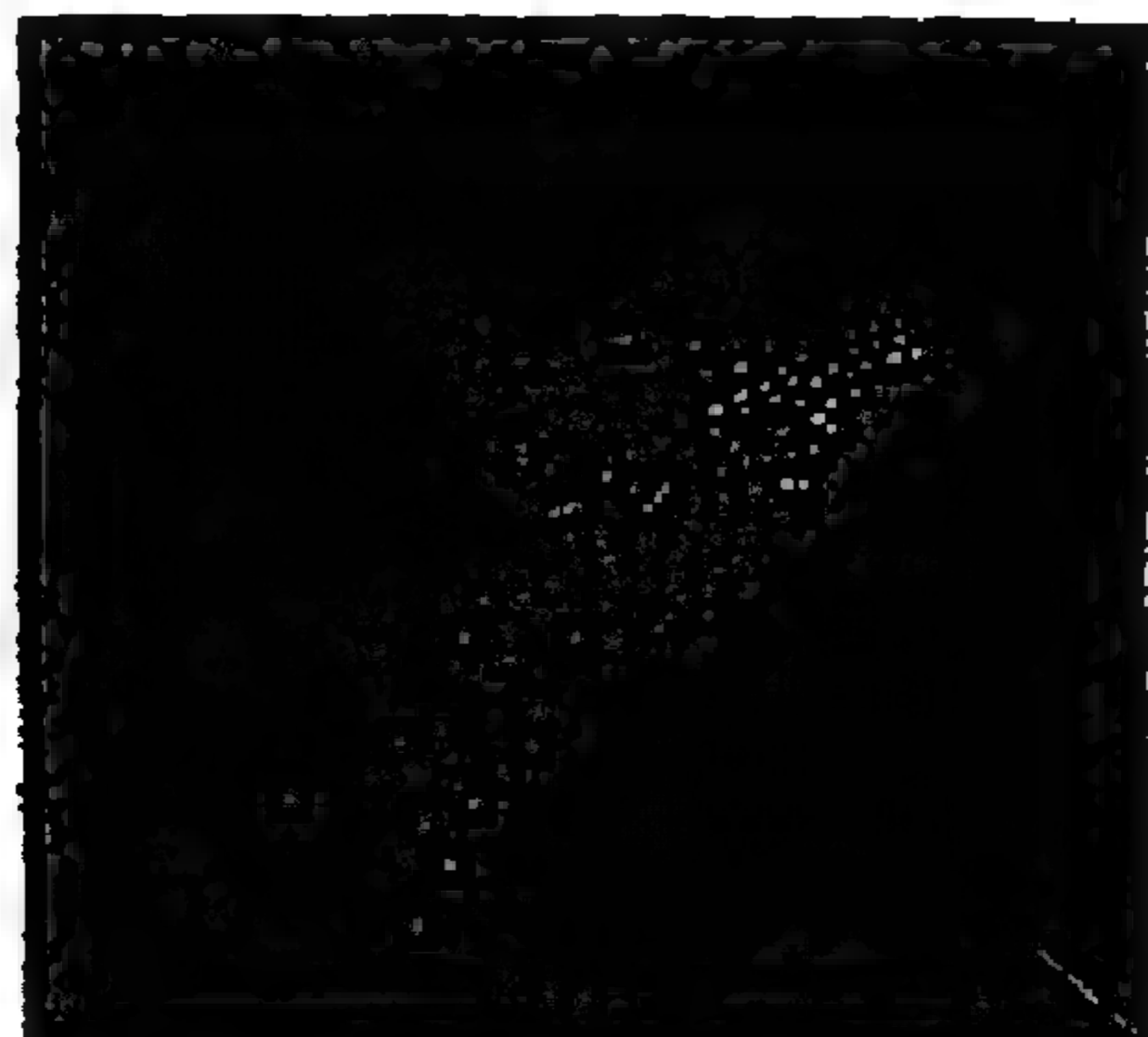
شكل ١٥٧ في الجاني

(٢٦٢) اما القسم الثالث اي السدام فلا يُعكَل الى نجوم بواسطة اقوى النظارات  
 (١) النوع الاول منها سدام حلقيه منها السديم الحلقي في صورة الشلياق وهو M ٥٧ ص م  
 ١٨ ٤٨ ٢١ وميل + ٢٢ ٥١ على نصف البعد بين  $\beta$  و  $\gamma$  هو بالحقيقة هليجب  
 الشكل ونسبة قطره الى منصفه ٥ : ٤ والنسبة الوسطى مثل كريشة مشددة على اطارة. زعم اللورد

رُصَّ ان نظارته الكبيرة ارثه فيه نجوماً صفاراً ولكن السبكندروسكوب قد اوضح كونه غازاً عجمياً الى درجة الانارة



شكل ١٦٠ في الحية



شكل ١٥٩ في الجوزاء

| ومن هذا النوع       | ص م      | ميل         |
|---------------------|----------|-------------|
| (١) H ٤٢٩٠ العقرب   | ١٨٢٠     | ٢٠° ٨' ٢٨ - |
| (٢) IV H ١١ العقرب  | ٢٦ ١٠ ١٧ | ٢٨° ٥' ٢٢ - |
| (٣) IV H ١٢ الدجاجة | ١٠ ١١ ٢٠ | ١٠° ٥' ٢٠ + |

(٢) النوع الثاني سدام هليجية الشكل منها السديم في نطاق المرأة المسلسلة ٤° طولاً و ٢° عرضاً ص م ٢٥٣ ٤٢ ميل + ٢٢° ٥' ٤٠. السبكندروسكوب يُري له طبقة كاملاً إلا من الطرف الاخر وذلك دليل على انه ليس غازاً ولكنه لم يحل قسم منه الى نجوم باقوى النظارات

| ومن هذا النوع         | ص م      | ميل         |
|-----------------------|----------|-------------|
| (١) H ٤٢٩٥ الرامي     | ٢٢ ٩ ١٨  | ٥٥° ٢' ١٩ - |
| (٢) H ٢١٦٥ شعر برنيكي | ٥١ ٢٥ ١٢ | ١٥° ٢' ٢٢ + |
| (٣) M ٦٥ الاسد        | ٨ ١٢ ١١  | ٤٧° ٩' ١٢ + |
| (٤) H ٤٠٥٨ الثنين     | ٥٢ ٢ ١٥  | ١٦° ٠' ٥٦ + |
| (٥) H ٤٤١٩ الثنين     | ٧ ٢٥ ١٨  | ٥٤° ٦' ٦٤ + |
| (٦) V H ١ قيطوس       | ٨ ٤١ ٠   | ٠° ٤' ٢٦ -  |
| (٧) H ٢٧٠٦ قنطوروس    | ٥٨ ٤٩ ١٢ | ٢٠° ٧' ٢٩ - |

النوع الثالث سدام حلزونية اشهرها M ٥١ السلاقيين في ص م ٢٤ ٢٠ ٢٠ ميل + ٤٧° ٨' ٥١ وعلى ٢ الى الجنوب الغربي من النائد اي n في طرف ذنب الدب الاكبر. في النظارات الاعيادية يُرى كروية مخبطة حلقة وفي نظارة لورد رُصَّ برى حلزون من مادة سحابية



مثل بعض الغيوم في تيار من الريح طيفة ليس بطيف غاز

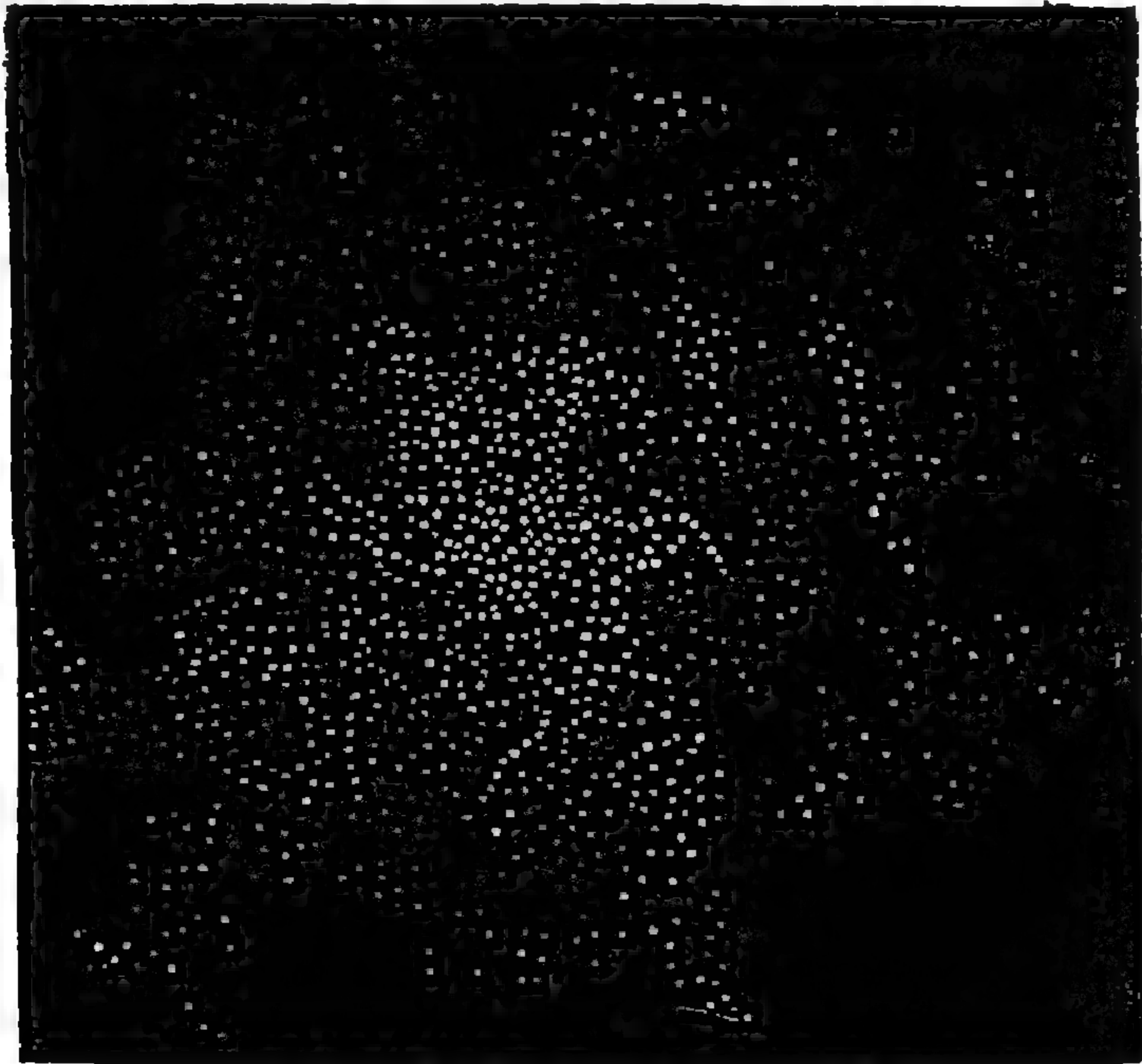
| ومن هذا النوع    | ص م ١٨٧٠ | ميل ١٨٧٠  |
|------------------|----------|-----------|
| (١) M ٢٢ المحتين | ٣٠ ٢٦ ١  | ٥٩ ٢٩ +   |
| (٢) I ٥٧ الأسد   | ٤٩ ٢٤ ٩  | ٤١ ٢٢ +   |
| (٣) M ٩٩ السبلة  | ١٢ ١٢ ١٢ | ٨٠ ١٥ +   |
| (٤) I ٥٥ الفرس   | ٢٦ ٥٨ ٢٢ | ٢٧ ٥ ١١ + |



شكل ١٦١ في الدلو

(٤) النوع الرابع سدام سيارية . هذه التسمية من سر وليم هرشل لان السدم من هذا النوع يشبه سيارة من السيارات الكبار اي له قرص مادة سحابة مستدير او هليلجي ظاهر الحدود تارة وحدوده غير واضحة اخرى غير انه ليس لما نواة ظاهرة ومن هذا النوع M ٩٧ الدب الأكبر ص م ١٨٧٠ ٩ ميل + ٥٥ ٢ ٤٢ على ٢ من  $\beta$  الى الجنوب الشرقي

قطر ٢' ٤٠" فاذا كان على بعد ٦١ الدجاجة فقط تكون مساحتها سبعة امثال . مائة فالك ننتون وطيفة غازي



شكل ١٦٢ في الدلو بنظارة لورد رص



وهو إلى الشمال الغربي من ٤ على طرف القرن الجنوبي سمي السرطاني بسبب الزوائد المادة منه زعموا انها تشبه رجل السرطان والحال ان السديم كله اشبه ببرعم الورد

(٢) السديم الكبير في نصاب سيف الجبار حول ٥ منه ماد على ٥ ميل و ٤ ص م وهو ٤٢ M الجبار ص م ٢٨ ٥ ٥٢ ميل ٢٨ ٦ ٥٠ في وسط اربعة نجوم على شكل مستطيل اقدارها ٦ و ٧ و ٥ و ٨ (انظر شكل ١٤٩) وبظارة جيدة يرى نجم خامس زعموا انه على زيادة في نوره وسادس اصغر منه وقد شاهد البعض فيه نجوماً أخرى من القدر ١١ و ١٠ و ١٢ وهذا السديم مبدوجين حام إلى درجة الانارة

(٤) ٢٠ دورادوس ص م ٢٩ ٥ ٢٦ ميل - ٦٩ ٠ ١٠ لا يرى في عرض شمالي فوق ٢٠

- (٥) السفينة ص م ١٠ ٤٠ ٣٠ ميل - ٥٨ ٩ ٥٢ لا يرى في عرض شمالي فوق ٢٠
- (٦) \* الصليب ص م ١٢ ٤٥ ٥٧ ميل - ٥٩ ٦ ٢٨
- (٧) ω قنطوروس " ١٢ ١٨ ٥٩ " - ٤٦ ٠ ٢٨ (شكل ١٥٥)
- (٨) ٤١ IV الراعي ١٧ ٥٤ ٢٨ - ٢٣ ٢٠
- (٩) ٨ M الراعي ١٨ ٥٥ ٥٤ - ٢٤ ٢١ ٥
- (١٠) ١٧ M ترس سويسكي ١٨ ١٢ ٨ - ١٦ ٤ ١٣
- (١١) ٢٧ M الثعلب ١٩ ٥٢ ٥٥ + ٢٢ ٩ ٢١
- (١٢) ٤٦١٨ H الدجاجة ٢٠ ٥١ ٤٤ + ٢٩ ٩ ٤٢

اما (١٠) فعلى هيئة وز عراقية نجم في عينه ونجمان عند متصل العنق بالجذع  
اما (١١) فغريب الشكل مثل ساعة رملية في نظارة اعنيادية اما في نظارة لورد رص فعلى هيئة فأسين متصلين بقفاويهما

اما (١٢) فمساحة ٢٠ او ٣٠ ميلاً و ١ او ٢ ص م ملانة سداًما ونجوماً ممتزجة في قائمة سربوحنا هرشل المطبوعة ١٨٦٤ متيد من سدام وقنوان ٥٠٧٩. أكثرها في منطقة مساحتها اقل من ١/٨ مساحة القبة الزرقاء من الدب الأكبر والاسد والزرافة والتنين والعواء وشعر برنيكي والسلاقيين إلى السنبلة وإلى وسط قنطوروس وفي الجهة المتعابلة أي المرأة المسلسلة والفرس والحوتين إلى الجنوب وتكثر حول القطب الجنوبي دون غيره وفي ذلك القسم من السماء مساحتان فيها ٤٠٠ سديم وقنوا وقد اشهر اللورد رص في سنة ١٨٦١ قائمة ٩٨٩ سديماً رصدها بنظارته الكبيرة (٢٦٤) سدام متغيرة. في ١١ ث سنة ١٨٥٢ اكتشف المعلم هيند سديماً صغيراً قطره نحو



أ في ص م  $٤٧^{\circ} ١٣'$  وميل  $+ ١٩^{\circ} ٢١'$  على  $\frac{1}{2}$  أ عن  $\theta$  الثور ومن ١٨٥٢ الى ١٨٥٦ كان يس جانب الشمال الشرقي نجم من القدر العاشر وهو الآن من القدر الثاني عشر. وفي ٢٢ سنة ١٨٦١ وجد دارست من كوينكاغن ان السديم قد زال واخذ لا فريبر وغيره من علماء الهيئة يفتشون عليه باقوى النظارات فلم يجدوه. وفي ٢٩ ك ظهر بالنظارة الكبيرة في بلكوفا وفي ٢٢ اذار سنة ١٨٦٢ كان اوضح ثم عند طلوعه في ١٢ ك سنة ١٨٦٢ لم ير

كذلك القنوا المعروف M ٨٠ بقرب R و S من العقرب على منتصف البعد بين  $\alpha$  و  $\beta$  بين ٩ ايار و ١٠ حزيران سنة ١٨٦٠ تغير الى هيئة نجم من القدر السابع ثم عاد الى هيئة الاولى في ١ ايلول ١٨٥٩ اكتشف المعلم نيل سديما في صورة التين ص م  $١٨^{\circ} ٢٣'$  ميل  $+ ٧٤^{\circ} ٥٠'$  نوره واضح حتى لا يتصور كيف لم يره هرشل ان كان على ذلك القدر في ابامو وفي ١٢ ت ١٨٥٩ كشف نيل سديما في صورة الثور وفي ك ١٨٦٠ لم ير الا بصعوبة لاسيل للتعليل عن هذا الرؤى. ربما يكون من الابتعاد والاقتراب وربما من توسط جرم مظلم بيننا وبين الاشباح المشار اليها وربما من علة اخرى مجهولة

## الفصل الخامس

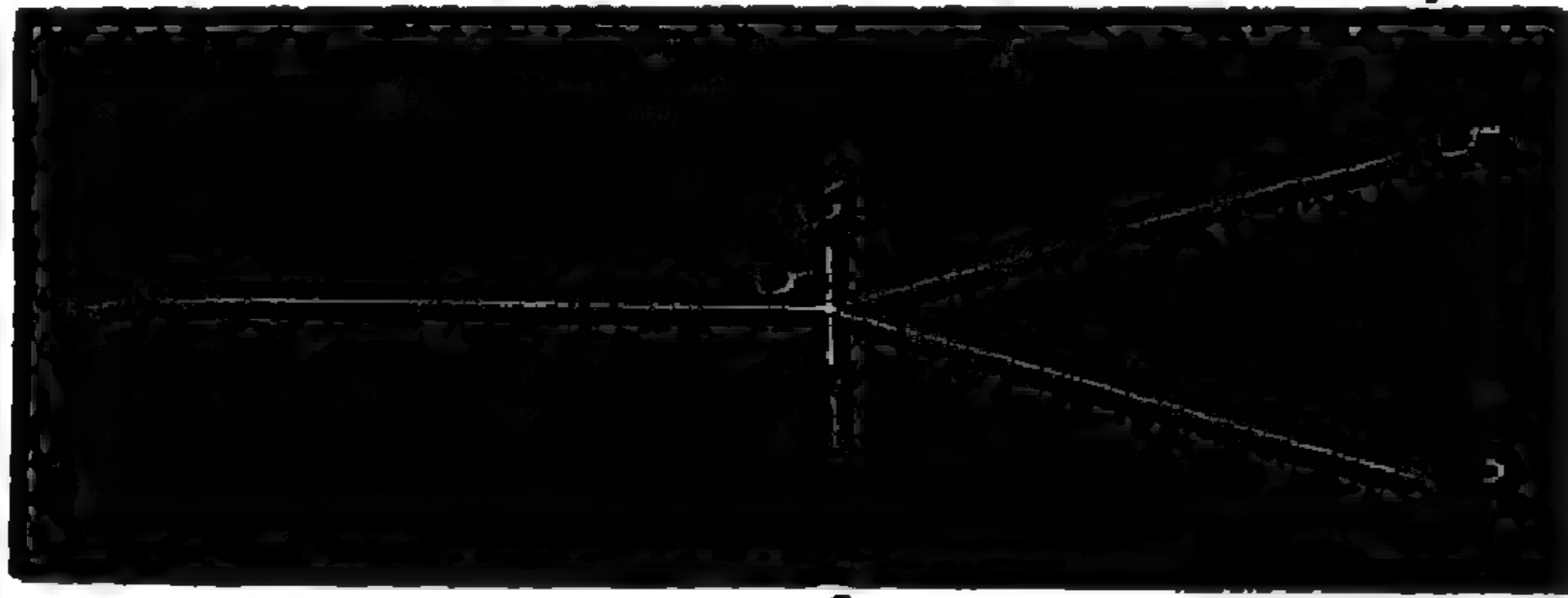
### في المجرة والراي السدي

(٢٦٥) المجرة سديم كبير او قنوم القسم الثاني شمسا ونظامها منه وفيه فن موقع الارض في هذا القنود دورانها على محورها تاريا بالمجرة على هيئة منطقة نيرة اقسامها مختلفة الانارة من ذات الكرسي شمالا الى جنوبي قنطوروس جنوبا مائلة على خط الاستوائي نحو  $٦٣^{\circ}$  ونقطته في ص م  $٤٧^{\circ}$  و  $٤٧^{\circ} ١٢'$  وقطبها الشمالي في ص م  $٤٧^{\circ} ١٢'$  ميل  $+ ٢٧^{\circ}$  والجنوبي في ص م  $٤٧^{\circ}$  ميل  $- ٢٧^{\circ}$  فان تتبعناها على طريق الصعود المستقيم مبتدئا من ذات الكرسي على نحو ٢ الى شمال  $\theta$  اي في نحو  $+ ٦٣^{\circ}$  ميلا فتمر بين  $\gamma$  و  $\epsilon$  ذات الكرسي وترسل فرعا نحو  $\alpha$  فرساوس ثم نحو  $\epsilon$  منه وتمر على  $\epsilon$  و  $\kappa$  و  $\eta$  من صاحب المعز المعروفة بالجدا وتمر على ارجل الجوزاء وطرفي قرني الثور حيث تقطع دائرة البروج بقرب المدار الصيفي ثم على دبوس الجبار وبين الجبار والشعري الشامية ومن ثم تزيد نوراً وتمر على شرقي الشعري اليمانية على السفينة تحت ارجل قنطوروس الى

٢٢٠ ميلاً حيث تسع عرضاً حتى يبلغ عرضها نحو ٢٠ ومن ثم نجه الى الشمال الشرقي مارة على ذنب العقرب وساق الحواء وترس سويسكي والنسر الطائر والثعلب والدجاجة ورأس قيناوس الى حيث ابتدانا

(٢٦٦) ان العقل البشري يندمل من كثرة النجوم في المجرة ويعين على تصور ذلك بعض التصور ما افاد به سروليم هرشل قال مرّ على نظارتو ١١٦٠٠٠ نجم في ربع ساعة وفي ٢٢ آب ١٧٩٢ مرّ عليها ٢٥٨٠٠٠ في ٤١ دقيقة فحسب ان النجوم الظاهرة بواسطة نظارة مكسرة قطر مرآتها ١٨ قيراطاً بلغ ٥٢٥٠٠٠٠ ونيف وقد حسب ستروث انه برّس ٢٠٥٠٠٠٠٠ بواسطة نظارة هرشل الكبير

(٢٦٧) راي هرشل من جهة المجرة انها طويلة قليلة العمق بالنسبة الى طولها وان موقع الشمس بقرب منتصفها عند تقربها فرعين (شكل ١٦٣) فاذا نظرناظر عند ش الى جهة ي او ا يقل عدد النجوم التي براها وان نظر الى ب او س او د يكثر عددها. حسب هرشل ان عمقها نحو ٨٠ مرة بعد النجوم من القدر الاول



شكل ١٦٣

وبعض السمام البعيدة التي ترى بصعوبة بواسطة اقوى النظارات مثل M ٧٥ على ٧٠٠ مرة بعد النجوم من القدر الاول حتى يقتضي للنور ٧٠٠٠٠٠ سنة للوصول منها الى الارض وابتعد من ذلك ايضاً نظامات أخر الى ما لا نهاية

### في الراي السدي

(٢٦٨) ان الاجسام الآلية الارضية لا يخلقها الخالق سبحانه وتعالى تامة كاملة دفعة واحدة بل جعلها ان تنمو من مبادي صغرى تحت قواعد وقوانين ثابتة حتى تبلغ كما لها بالمرور على درجات كثيرة كل تالية اعلى واكمل من التي سبقتها وغيرها والآلية ايضاً تحت هذا القانون فالآلية التي يتغذى منها النبات لم تُخلق على ما هي بل هي من قبل تثبت الصخور ومحتها على نمادي الادوار بالنور والحرارة والماء والكهربائية الخ ومن هذا القياس يستنتج انه سبحانه سلك هذا المسلك نفسه في خلقه العوالم



وان الشمس والسيارات واقارها بلغت حالتها الحاضرة بعد المرور على درجات كثيرة من النظام في ادوار كثيرة ومن الخفائض الظاهرة في النظام الشمسي التي يبنى عليها الرأي الذي نحن في صدد (١) ان الشمس والسيارات والاقار حسبما يُعرف عنها كلها تدور على محورها الى جهة واحدة تقريباً اي من الغرب الى الشرق وكذلك السيارات تدور حول الشمس والاقار تدور حول السيارات من الغرب الى الشرق وما يستثنى من ذلك قليل لا يعتد به او يعلل عنه

(٢) الشمس المحاطة اكثر مادة النظام كوكبة في حالة المحو الزائد وداخل الارض كان في تلك الحالة نفسها ولم تنزل اقسام من داخلها على ذلك كما يتضح من البراكين على سطحها والتمركزان كذلك كما يتضح من كثرة كؤوس البراكين المنطقتة على سطحها فالرأي السدي المبني على هذه المبادي هو ان المساحة التي يشغلها النظام الشمسي الآن كانت الى ابعد من يتون كثيراً ملائمة مادة سديمية سحابة او عابية في حالة المحو الزائد وعلى غابة اللطافة فجعلت كل تلك المادة ان تدور على محور الى الجهة التي نسميها الآن من الغرب الى الشرق

فبناء على قواعد الهول المعروفة كانت تحصل في مدة الادوار المتتابعة تغيرات على النسق الآتي ذكره

بالمجاذبية نحو المركز والقوة الدافعة عن المركز تحول المادة كلها الى هيئة شبه كوكبة (ع ٨ و ١) تشع الحرارة في الخلاء غير المتناهي المحيط بالمادة المشار اليها فتتقلص وبهذا التقلص يحدث الدوران على سرعة مفروضة عند المحيط دورانا اسرع ثم اسرع تنتهي الى الموازنة بين القوة الدافعة عن المركز والقوة الجاذبة نحو المركز وعند حصول هذه الموازنة تصبح الاقسام الاستوائية تدور مستقلة عن الاقسام الداخلية التي تدوم تتقلص اكثر فاكثرت حتى تنفصل عن الاقسام المشار اليها وتتركها حلقة سديمية تدور دورانا مستقلاً

ثم تتقلص الاقسام الداخلية ايضاً حتى تنفصل حلقة اخرى ثم ثالثة ولم تجرّ حتى تنفصل عدة حلقات متراكمة الى ان تبقى كتلة مركزية هي شمس النظام

اما الحلقات فلا تزال تبرد وتتقلص فان كانت مادتها على التساوي تماماً في كل اقسامها تدوم على تلك الهيئة وان زادت في قسم من اقسامها فالكل يجذب نحو ذلك القسم الاثقل حتى تصبح شبه كوكبة تدور على محورها مرة ويدور حول الكتلة الاصلية مرة في مدة واحدة وممكننا تكون السيارات الدائرة حول الشمس

السيارات شبه الكوكبة لا يزال يبرد ويتقلص فيسرع بذلك دورانه على محوره حتى تنفصل عنه حلقة كما انفصلت عن الكتلة الاصلية ولعل هذا العمل يتكرر وتلك الحلقات تجذب مادتها الى الجزء الاثقل منها



فتكون أقمار. ان كانت اجزاء الحلقة على موازنة تامة تبقى حلقة عوضاً عن التجمع الى هيئة شبه كرة كما ترى في حلقات زحل

اذا انفصلت عن الكتلة الاصلية عدة حلقات دقيقة عوضاً عن حلقة واحدة غليظة تتكون بذلك النجوم

متى بردت السيارات واقارها نصير اجساماً مظلمة وتحول من الحالة الغازية الى السبولة ثم المجمودة وقد يكون خارجها جامداً ويبقى داخلها او بعض داخلها سيالاً كثيفاً تحت الضغط الشديد من ثقل الاجزاء السطحية عليه

كون افلاك هذه الاجرام ليست في سطح واحد يعمل عنه باضطراب حركة حاصل من جاذبية جرم على جرم في مدة الادوار منذ انفصالها عن الكتلة الاولى

وقد يحتمل ان كل نجم ثابت اثماً هو كتلة مركزية حاصلة من قبل الافعال السابق ذكرها والنجوم المزدوجة والمثلثة والمتعددة حاصلة من انفصال الكتلة اجزاء قبل ما بردت وتقلصت الى درجة انفصال الحلقات عنها او كانت الكتلة متطاولة بيضبة الشكل وانفصل عنها قسم كبير صار بالحال سياراً يعدل القسم المركزي تقريباً

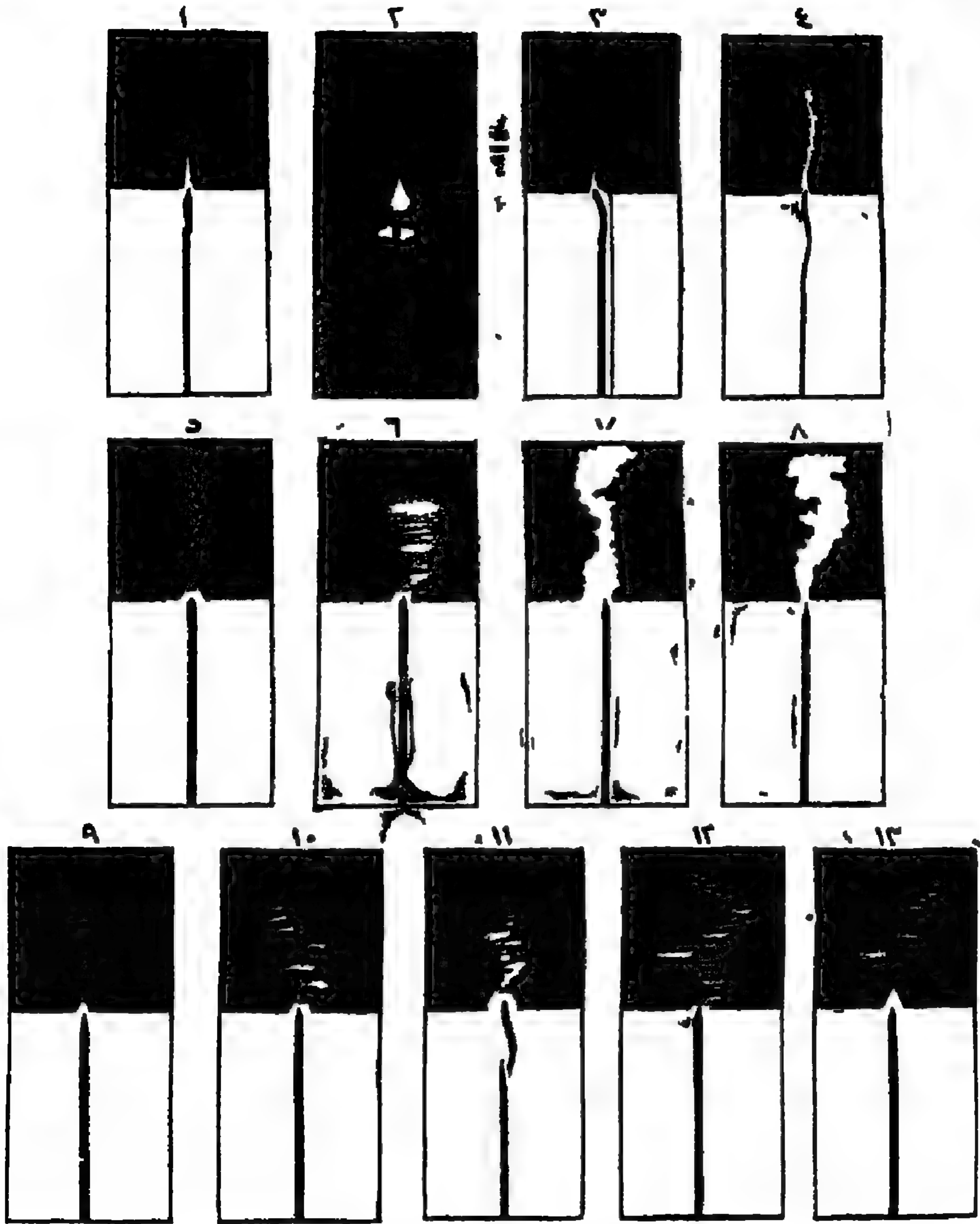
السداء المنتظمة الهيئة التي لا تنحل الى نجوم مفردة ربما تكون على الحالة التي كانت عليها كتلة النظام الشمسي قبل ما اخذت الحلقات السيارية تنفصل عنها

## الفصل السادس

### السيكروسكوب وعلم الهيئة

(٢٦٩) السيكروسكوب المستعمل في علم الهيئة يقتضي وصلة بالنظارة الاستوائية عوضاً عن القطعة العينية ويكون شقة في محرق عدسية الشج تماماً وعند ذلك يستعمل لاجل معرفة المواد في الاجرام السماوية بمقابلة الخطوط الظاهرة في الطيف بالخطوط المكونة من اشتعال مواد ارضية وقد سبقت الاشارة الى ذلك (صفحة ٨٧ و ٨٨) فلاجل رؤية التوات المشار اليها (صفحة ١٥٢) يقتضي تحكيم شق السيكروسكوب بحيث يركب نحو نصفه على حافة الشمس قطرياً والنصف الآخر يكون على الكروموسفيراي الكرة الملونة او الغازية (صفحة ٨٧ و ١٥٢) فترى التوات على هيئة مختلفة بواسطة خط من خطوط الهيدروجين اي  $H\alpha$  في الاحمر الذي يوافق الخط C من خطوط

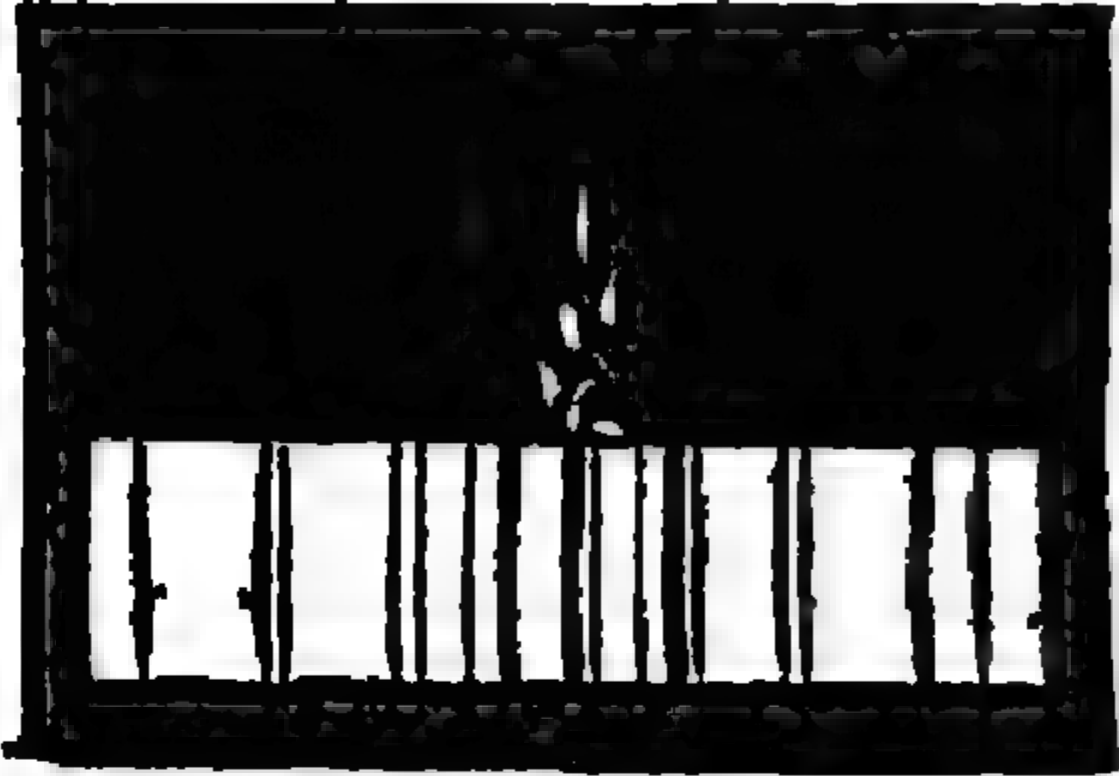
فراونهوفر (انظر شكل ٥٥) أو  $H\beta$  بين الاخضر والازرق الذي يوافق الخط  $F$  وتُرى ايضاً فيها  $H\gamma$  في الازرق وخط غير معروف سُمي  $D_2$  وهو ما يلي  $D_1$  من خطي الصوديوم في الاصفر وقد تُرى ايضاً بوضع الشق مماساً لحافة الشمس



شكل ١٦٤ شوات على هبيات محملة

(٢٧٠) اذا اشتعلت مادة تحت الضغط ولاسيما الهيدروجين ثم نُظِر الى خطوطها بالسيكروسكوب تُرى تلك الخطوط اعرض مما هي ان لم تُضغَط المادة كما في الخط  $H\beta$ . ومن ظهور خطوط عريضة كالمشار اليها (شكل ١٦٥) في الكُف يُحقق هجوم الفارات وجميعها بكثرة في

تلك الأماكن من كرة الشمس وكذلك في بعض التلوات فذاك دليل على عواصف وصعود غازات وهبوطها بسرعة ويعرف أيضاً بالسيكروسكوب هل هي صاعدة أو نازلة فان رصد الناظر حافة



الشمس يظهر ذلك بحركة اللمب ولكن اذا رُصد او اسط كرمها فاللمب اذا صعد او هبط يبقى على استقامة واحدة نظراً الى الراصد فلا يظهر الهبوط ولا الصعود ولكه يُعرف بالسيكروسكوب على الكيفية الآتية

(٢٧١) اذا كانت قافلة مقبلة من بعيد يُسمع صوت اجراسها يعلو نغمة كلما قربت وبالعكس اذا كانت ذاهبة عن السامع فيُعرف من تغير نغمة الصوت هل هي مقبلة او ذاهبة وذلك لانه اذا اقبلت تنصرف امواج الصوت فتعلو النغمة واذا ادهرت تطول الامواج فتُوطأ النغمة

وعلى هذا القياس نفسة موجات المادة المحاصل منها النور فتموجات الاحمر اطول من موجات البنفسجي وتموجات من جسم اقرب اقصر من موجات جسم ابعد وكلما طال التموج قرب الى الاحمر وكلما قصر قرب الى البنفسجي من الطيف الشمسي فهناك طول التموجات في الطيف الشمسي حسب قياس انكسروم في كسر من ملليمتر

|       |                    |       |                    |
|-------|--------------------|-------|--------------------|
| $b_1$ | ٠.٠٠٠٥١٨٣٠ ملليمتر | $A$   | ٠.٠٠٠٧٦٠٠٩ ملليمتر |
| $b_2$ | ٠.٠٠٠٥١٧٢٠ "       | $a$   | ٠.٠٠٠٧١٨٥٠ "       |
| $b_3$ | ٠.٠٠٠٥١٦٦٧ "       | $B$   | ٠.٠٠٠٦٨٦٦٨ "       |
| $F$   | ٠.٠٠٠٤٨٦٠٦ "       | $C$   | ٠.٠٠٠٦٥٦١٨ "       |
| $G$   | ٠.٠٠٠٤٣٠٧٠ "       | $D$   | ٠.٠٠٠٥٨٩٥٠ "       |
| $h$   | ٠.٠٠٠٤١٠١٢ "       | $D_2$ | ٠.٠٠٠٥٨٨٩٠ "       |
| $H$   | ٠.٠٠٠٣٩٦٨٠ "       | $E$   | ٠.٠٠٠٥٢٦٨٩ "       |
| $H_2$ | ٠.٠٠٠٣٩٤٢٨ "       |       |                    |

فاذا كان الجسم البير ذاهب عن الناظر تقل عدة الامواج الداخلة العين في مدة مفروضة فيعرف الخط المعلوم من موضعه نحو الاحمر وبالعكس اذا كان متبلاً اي يخرف الخط نحو البنفسجي فعند النظر الى خط من خطوط الميدروجين في كتلة شمسية اذا انحرف نحو الاحمر يكون اللمب هابطاً واذا انحرف نحو البنفسجي يكون صاعداً عن سطح الشمس عدة التموجات في النور الاحمر ٤٨٠ الف الف الف في الثانية وفي البنفسجي ٨٠٠ الف



الف الف في الثانية وموج الخط  $H\beta$  الموافق  $F 485$  ألف ألف الف في الثانية اية طول الموجة  $48500$  من المليمتر ويقاس انحرافه وان كان ..... من المليمتر فقط فان كان الغاز البير ذاهبا نقل عدة التموجات في الثانية وتطول الامواج فيخرف الخط نحو الاحمر وان كان مقبلا تزيد عدة التموجات وتقصر الامواج فيخرف الخط نحو البنفسجي اذا تعرض خط من الخطوط فانحرف الى الجهتين فذلك من ضغط المادة البيرة

### طيف القمر والسيارات

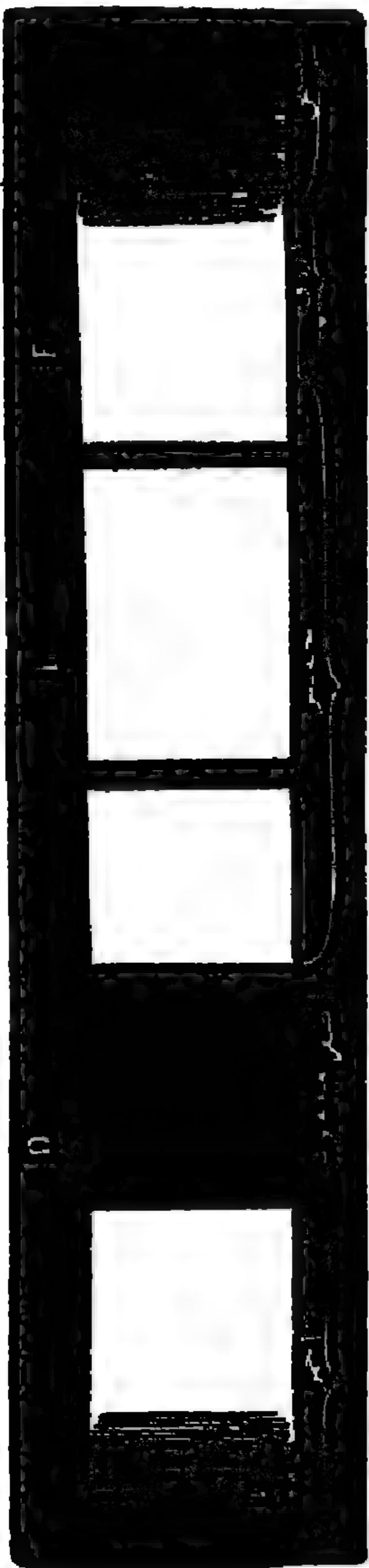
(٢٧٣) نور السيارات واقارها مستمد من الشمس قطبونها لا تفرق عن الطيف الشمسي

الآبما يحدث من انعكاس النور عن سطوحها ومرور النور بكرايها الهوائية . اما طيف القمر فلا فرق بينه وبين طيف الشمس مطلقا الا من جهة شدة النور ولا يرى فيه خطوط امتصاص كما يرى من مرور نور الشمس في كرة الارض الهوائية الكثيرة البخار المائي وذلك يؤيد ما قبل انفا ( ع ٢٢ ) من جهة خلو القمر من هواء ومن بخار الماء

اما الزهرة والمريخ والمشتري ففيها فضلا عن خطوط فراونهوفر الظاهرة في الطيف الشمسي خطوط سميت خطوط ارضية لكونها حاصلة من مرور النور في كرة هوائية كثيرة البخار كما في الارض غير انه قد ذكر الدكتور هجنس في طيف المشتري خطا في الاحمر غير موجود بين الخطوط الارضية اما طيف زحل فمثل طيف المشتري الا انه اقل وضوحا وخطوط الامتصاص في طيف الحلقات اقل وضوحا من تلك الخطوط في طيف السيارات ومن رصد سكي وجانسن ترجح وجود البخار المائي في المشتري وزحل كليهما

اما اورانوس فطيفه خصوصي ( انظر شكل ١٦٦ ) فيه سيران عريضان واحد في الاخضر المزرق والآخر في الاخضر ثم يزول كل الاصفر وبعض الاحمر والالوان مقطوعة من طرفي الاحمر والبنفسجي والطيف متصل من C الى G فخال مادة هذا السيار لم يزل مسئلة مجهولة تحت الفحص

اما طيف نبتون فحسب سكي هو شبه بطيف اورانوس فيه ثلاثة خطوط اصلية الاول والاضعف



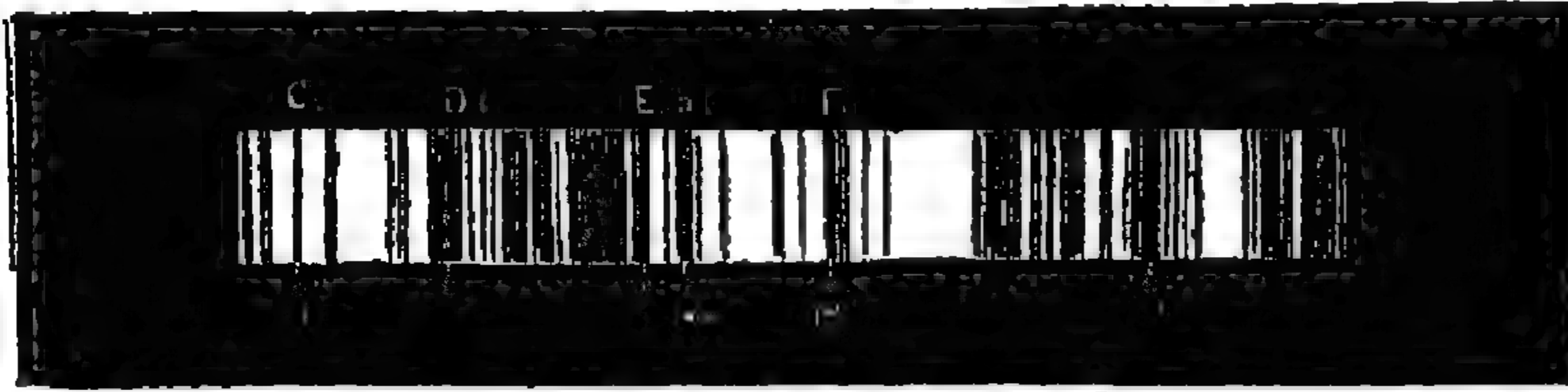
شكل ١٦٦

شكل طيف اورانوس

بين الاخضر والاصفر على قرب المنتصف بين D و b وبين هذا والاحمر سبر واضح ينتهي الطيف بـ  
والاحمر مقطوع تماماً وخط امتصاصي عند b وخط آخر في الازرق اقل وضوحاً من سائرهما

### طيف النجوم الثوابت

(٢٧٣) اذا توجهت النظارة والسبكتروسكوب نحو النجوم الثوابت برّس في طيفها بعض  
الخطوط الموافقة خطوط فراونهوفر في الطيف الشمسي ومن رصد نجس ويّر الدبران وابط الجوزاء  
(α الجبار) والشعري البانية ظهرت في تلك الثوابت عدة من المواد الارضية المعروفة وخطوط كثيرة  
لاتوافق خطوط



مادة ارضية

معروفة . وقد

تحقق فيها وجود

شكل ١٧٧ طيف الشعري البانية

الصوديوم والمنغنسيوم وتحقق وجود الهيدروجين في الدبران وليس في ابط الجوزاء ووجد ايضا  
بزموت والظيمون وتلوريوم وزينك وكسيوم وحديد وقد تحقق من رصد جانسن وجود كرة بخارية  
في قلب القرب ومن رصد نجس وانحراف خطوط معروفة نحو الاحمر والبنفسجي قد ظهر ان  
بعض الثوابت مقبلة نحو الارض او الارض نحوها والبعض ذاهبة عن الارض او الارض ذاهبة عنها  
او بالاحرى هي مقبلة او مدبرة بالنسبة الى شمسنا ونظامها وما قائمة النوعين مع حركتها امبالا في الثانية

(١) نجوم مدبرة عن الشمس

| اسم            | خط المقابلة | حركة ظاهرة  | حركة الارض | حركة عن الشمس |
|----------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| الشعري البانية | •           | بين ٢٦ و ٢٦ | ١٠ الى ١٤  | بين ١٨ و ٢٢   |
| ابط الجوزاء    | ص           | ٢٧          | ١٥ -       | ٢٢            |
| رجل الجبار     | •           | ٢٠          | ١٥ -       | ١٥            |
| كمنثور         | •           | بين ٤٠ و ٤٥ | ١٢ -       | بين ٢٢ و ٢٨   |
| قلب الاسد      | •           | " ٣٠ و ٣٥   | ١٨ -       | " ١٢ و ١٧     |
| β الدب الأكبر  | {           | •           | ٢٠         | بين ٩ - و ١٢  |
| γ " "          |             |             |            |               |
| δ " "          |             |             |            |               |
| ε " "          |             |             |            |               |
| ζ " "          |             |             |            |               |
| •              |             |             |            | بين ١٧ و ٢١   |

| اسم                     | خط المقابلة | حركة ظاهرة | حركة الارض | حركة عن الشمس |
|-------------------------|-------------|------------|------------|---------------|
| $\beta$ الاسد           | •           |            |            |               |
| $\delta$ الاسد          | •           |            |            |               |
| $\eta$ الدب الأكبر      | •           |            |            |               |
| الساك الاعزل            | •           |            |            |               |
| $\alpha$ الأكيل الثمالي | •           |            |            |               |
| الشعري الثمانية         | •           |            |            |               |
| العنوق                  | •           |            |            |               |
| الدبران ?               | مغ          |            |            |               |
| $\gamma$ ذات الكرسي     |             |            |            |               |

نجوم مقابلة نحو الشمس

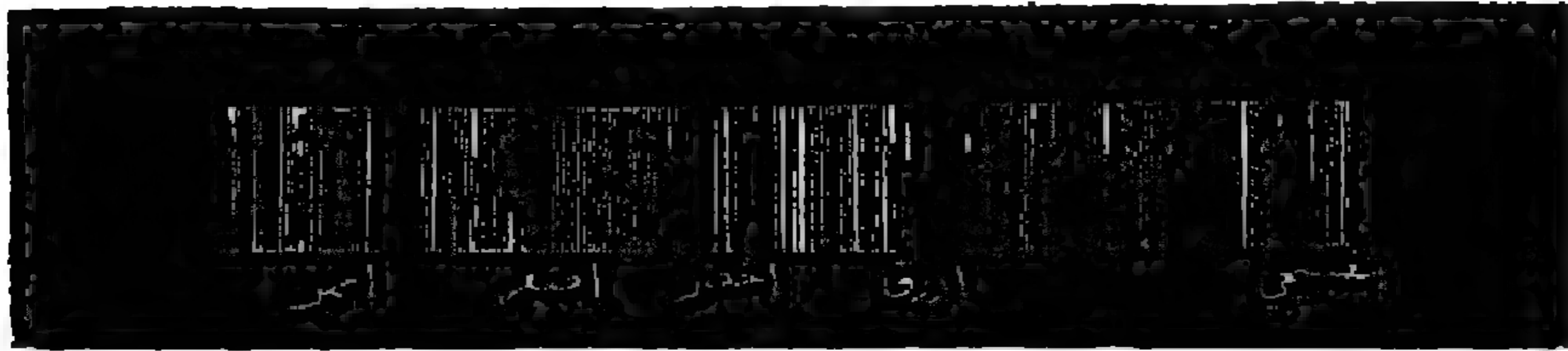
| نجم                      | خط المقابلة | حركة ظاهرة  | حركة الارض | حركة نحو الشمس |
|--------------------------|-------------|-------------|------------|----------------|
| الساك الراح              | مغ          | ٥٠          | ٥+         | ٥٥             |
| السر الواقع              | •           | بين ٤٠ و ٥٠ | ٢٩+        | بين ٤٤ و ٥٤    |
| $\alpha$ الدجاجة         | •           | ٢٠          | ٩+         | ٢٩             |
| بلوكس                    | مغ          | ٢٢          | ١٢+        | ٤٩             |
| $\alpha$ الدب الأكبر     | مغ          | بين ٢٥ و ٤٠ | ١١+        | بين ٤٦ و ٦٠    |
| $\gamma$ الاسد           | مغ          |             |            |                |
| $\epsilon$ العواء        | مغ          |             |            |                |
| $\gamma$ الدجاجة         | •           |             |            |                |
| $\alpha$ الفرس           | •           |             |            |                |
| $\gamma$ الفرس ?         | •           |             |            |                |
| $\alpha$ المرأة المسلسلة | •           |             |            |                |

من رصد فجنس وميرقد تحقق انحراف الخط  $H\beta$  نحو الاحمر  $\frac{1}{4}$  البعد بين  $D_1$  و  $D_2$  والفرق بين موج  $D_1$  و  $D_2$  هو  $\frac{4837}{1000000}$  من المليمتر فانحراف الخط  $H\beta$  في الشعري يوافق زيادة طول الموج =  $10.9^\circ$  او  $\frac{415}{1000000}$  من المليمتر فاذا كانت سرعة النور ١٨٥٠٠٠ ميل كل ثانية وطول الموج عند  $F = \frac{41750}{1000000}$  من المليمتر فانحراف الخط المشار اليه في الشعري =



$\frac{21.9 \times 1800}{41750} = 41^{\circ}$  ميلاً كل ثانية وكانت الأرض وقت الرصد ذاهبة عن الشعري ١٢ ميلاً كل ثانية فتبقى للشعري حركة عن الأرض نحو  $41^{\circ}$  هذا حسب رصد واحد وحسب رصد آخر كما في القائمة المذكورة آنفاً .

(٢٧٤) من رصد النجوم المزدوجة المختلفة اللون قد ظهر ان اختلاف اللون حاصل من اختلاف المواد المشتعلة فيها فاذا قابلنا بين طيف  $\alpha$  الجاني (شكل ١٦٨) وطيف  $\beta$  الدجاجة وطيف الشعري البانية يظهر اختلاف خطوطها وبالنتيجة اختلاف موادها



شكل ١٦٨ طيف  $\alpha$  الجاني

(٢٧٥) اما السدام فقد رُصد كثير منها بالسكندروسكوب فتعقّب كون بعضها هيدروجيناً حامياً الى درجة الانارة وقد تأيد بذلك راي لابلاس السدي المذكور آنفاً (صحيفة ٢٤٩) فاذا كان الطيف الحاصل من الجسم النير متصلاً في كل الالوان اي شعاع على كل درجة من قابلية الانكسار تقطعها خطوط سود فال مادة النيرة جامدة اوسيال حام الى درجة الانارة بخلاف الطيف الحاصل من غاز نير فانه مؤلف من بعض الخطوط النيرة فقط . مثالة (شكل ١٦٩)



شكل ١٦٩

الخط ١ في طيف سديم بوافق خط النيتروجين من الطيف الشمسي والخط ٢ بوافق  $H\beta$  او  $F$  من خطوط فراونهوفر والخط ٣ لا يوافق مادة ارضية معروفة ولكنه قريب الى خط من خطوط الباريوم

اما السدام السيارية فيرى فيها بالكذ

طيف متصل وذلك دليل على كونها ذات نواة جامدة اوسيلة اومؤلفة من قطع مادة صغار متقاربة نحو المركز فقد قسم مجلس السدام الى نوعين

(١) سدام في طيفها خط فاكثر من الخطوط الالامعة

(٢) سدام طيفها بالظاهر متصل بدون خطوط

فن النوع الاول هذه هي منيرة حسب قائمة سربوحنا هرشل

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| ٢٢٤٢ | ٤٥٧٢ | ٤٩٦٤ | ٤٣٧٢ |
|      | ٤٤٩٩ | ٤٥٣٢ | ٤٣٩٠ |
|      | ٤٨٢٧ | ١١٨٩ | ٤٥١٤ |
|      | ٤٦٢٧ | ٢١٠٢ | ٤٥١٠ |
|      | ٢٨٥  | ٤٢١٤ | ٤٦٢٨ |
|      | ٢٨٦  | ٤٤٠٣ | ٤٤٤٧ |

ومن النوع الثاني

|      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| ٤٦٢٥ | ٤٢٥٦ | ٢٨٤١ | ٤٦٧٨ | ٤٢٩٤ |
| ٤٦٠٠ | ٤٢١٥ | ٢٤٧٤ | ١٠٥  | ٤٢٤٤ |
| ٤٧٦٠ | ٤٢٥٧ | ٢٦٣٦ | ٢٠٧  | ١١٦  |
| ٤٨١٥ | ٤٤٢٧ | ٤٠٥٨ | ٥٧٥  | ١١٧  |
| ٤٨٢١ | ٤٤٤١ | ٤١٥٩ | ١٩٤٩ | ٤٢٨  |
| ٤٨٧٩ | ٤٤٧٢ | ٤٢٢٠ | ١٩٥٠ | ٨٢٦  |
| ٤٨٨٢ | ٤٨٨٥ | ٤٢٢٨ | ٢٥٧٢ | ٤٦٧٠ |
|      | ٤٥٢٦ | ٤٢٢٤ |      |      |

السديم ٤٩٦٤ في طبوف اربعة خطوط نيرة اثنان منها لميدروجين وواحد لنيروجين  
السديم الحلقي في الشلياق ٤٤٤٧ في طبوف خط واحد لامع وهو لنيروجين  
السديم الكبير في الجبار ١٨٩ في طبوف ثلاثة خطوط نيرة الواحد لنيروجين وآخر لميدروجين  
وقد حكى بعضهم عن خط رابع لميدروجين  
(٢٧٦) اما ذوات الاذنان قلما ظهر منها ما يمكن فحصه بالسبكترسكوب منذ اكتشاف  
هذه الطريقة غير ان العلامة دوناتي في فيورنسا فحص المذنب الاول لسنة ١٨٦٤ فوجد طبيفة  
ثلاثة خطوط نيرة

وقد فحص سكي وهجنس مذنب تمبل ١٨٦٦ ك<sup>٢</sup> فكان طبيفة متصلاً ضعيفاً راي سكي فيه ثلاثة  
خطوط نيرة وراى هجنس خطاً واحداً فقط على منتصف البعد بين  $b$  و  $F$  ولم يوافق احدها خطوط  
السديم في الجبار وفي سنة ١٨٦٦ و ١٨٦٧ فحص هجنس مذنبين صغيرين فكان نورهما مثل نور  
مذنب تمبل اي بعضه ذاتي وبعضه منعكس وقد ظهر في بعضها خطوط الكربون . جملة ما علم بهن  
الواسطة ان نواة المذنب بعض نوره ذاتي حاصل من مواد صغار غير متلاصقة وبعضه منعكس

اما ذنبه وشعره فنورها منعكس وكل ما قرب الى الشمس تحول تلك الدقائق الصغار الى بخار  
اما النيازك والشهب فقد تحقق كونها مواد جامدة في حالة الاشتعال

## مضافات

### في الساعات والايام والاسابيع والشهور والسنة الخ

(٢٧٧) الساعات . اليوم مقسوم الى ٢٤ ساعة والساعة ٦٠ دقيقة والدقيقة ٦٠ ثانية ولا  
سبيل الى معرفة اصل هذا الانقسام من تلقاء قدمو غير ان بعض الشعوب عدوا الساعات من ١  
الى ٢٤ واخرون من ١ الى ١٢ مرتين اما ابتداء اليوم فعند اليهود واهل الصين والاثينوبيين القدماء  
والشرقيين عموماً واهل ايطاليا فمن غيااب الشمس ولا سبيل لضبط الساعات على هذا الحساب كما  
تقدم (ع<sup>٥</sup> الخ) اما اهل بابل واشور والفرس واليونان واهل الجزائر البليارية فمن الشروق  
اما هيرخوس (ق م ١٥٠) فشرع بحسب اول اليوم من نصف الليل وقسمه الى قسمين كل  
قسم ١٢ ساعة وهذا الحساب سلك عليه كوبرنيكوس وهو المعتمد عليه في كل اقسام العالم المتقدمة  
غير انه يقتضي تعيين الساعة هل هي بين نصف الليل والظهر (ق ظ) او بين الظهر ونصف الليل  
(ب ظ) والمصريون حسبوا اول يومهم عند مرور الشمس بالهاجرة وتبعهم في ذلك بطليموس وكل  
علماء الهيئة في كل عصر فاليوم المدني يسبق اليوم الفلكي ١٢ ساعة كما تقدم (صحيفة ٢٧) وعلى كل  
حال اليوم هو قاعدة حساب الوقت وسائر اقسام الوقت هي اما كسر يوم او عد يوم واذ ذاك  
فيقتضي ان يكون ثابتاً لا يتغير وان يتمكن من الضبط عليه .

(٢٧٨) الاسبوع . لا يعرف اصل انقسام الوقت الى اسابيع من تلقاء قدمو غير انه اشير  
اليه في اول سفر التكوين تذكر اهل الخليفة وهو عد قريب للايام في سنة شمسية اي ٣٦٥ لان  
 $٥٢ \times ٧ = ٣٦٤$  وهو ربع الشهر القمري

ذكر القنصل الروماني ديون كاسيوس (ب م ٢٢٦) ان المصريين القدماء اعتمدوا على  
الاسبوع ومنهم نقل الى اليونان وغيرهم وانهم سمو الايام السبعة على اسم السيارات (١) زحل (٢) المشتري  
(٣) المريخ (٤) الشمس (٥) الزهرة (٦) عطارد (٧) القمر وكل ساعة من الاربع والعشرين  
لواحد من السيارات مبتدئاً بزحل فانقسم اليوم الى سباعيات ولكن ٢٤ لا تنفيها ٧ فاذا ابتدئ



بزحل ٧ ثم المشتري ١٤ ثم المريخ ٢١ ثم الشمس ٢ من اليوم التالي ثم الزهرة ١٠ ثم عطارد ١٧ ثم القمر ٢٤ فيقتض الساعه الاولى من كل يوم لكل واحد من السيارات على هذا الترتيب

(١) زحل (٢) الشمس (٣) القمر (٤) المريخ (٥) عطارد  
(٦) المشتري (٧) الزهرة

وهذا الترتيب حفظه الرومانيون فسموا ايام الاسبوع

|              |            |               |            |
|--------------|------------|---------------|------------|
| (١) يوم زحل  | (السبت)    | (٥) يوم عطارد | (الاربعاء) |
| (٢) " الشمس  | (الاحد)    | (٦) " المشتري | (الخميس)   |
| (٣) " القمر  | (الاثنين)  | (٧) " الزهرة  | (الجمعة)   |
| (٤) " المريخ | (الثلاثاء) |               |            |

ومن هذه التسمية تسمية ايام الاسبوع في كل اللغات الاوروبية

(٢٧٩) الشهور. عند الشعوب غير المتدنة الاعتماد على الشهر القمري ولا يعرفون آخر وعند تقدم شعب في التمدن لا بد من الاعتماد على شهر غير القمر لاجل عدم موافقة الشهر القمري السنة الشمسية والشهر القانوني اما ٢١ يوماً واما ٢٠ يوماً واما ٢٨ يوماً فشباط له ٢٨ يوماً في السنين الاعتيادية و٢٩ في السنة الكبيسة والاشهر ذات ٣٠ يوماً هي نيسان وحزيران وابلول وتشرين الثاني وسائرهما ذات ٢١ يوماً فاذا عرفت اول يوم السنة من الاسبوع يمكنك ان تحسب اي يوم من الشهر يومك بهذه القاعدة

ا ك من الاسبوع هو ا ت

و ٢ نيسان ونور

و ٣ ابلول وك

و ٤ حزيران

و ٥ شباط واذار وت

و ٦ آب

و ٧ ايار

اليوم الاخير من السنة الاعتيادية هو نفس اليوم الاول منها اما اليوم الاخير من السنة الكبيسة فاليوم الواقع بعد اليوم الاول منها والسنة الاعتيادية ٥٢ اسبوعاً ويوم واحد والكبيسة ٥٢ اسبوعاً ويومان

(٢٨٠) ان القدماء حسبوا السنة ٣٦٥ يوماً ولا يعد هذه الكمية الا ٥ او ٧٣ فيقتضي ان

تقسم السنة الى ١٢ قسماً كل قسم ٥ ايام او الى ٥ اقسام كل قسم ١٢ يوماً وذلك لا يوافق اغراض الناس كما يتضح من عدم اصطلاحهم على هذا الانقسام منذ الابتداء الى الآن فلا بد من انقسام السنة الى اقسام متساوية مع بقية تضاف في آخرها كما فعل المصريون اي ١٢ شهراً كل شهر ٣٠ يوماً وإضافة خمسة ايام في آخر السنة او انقسام السنة الى عدة اقسام غير متساوية كما فعل اليهود قسموا السنة الى اشهر بعضها ٣٠ يوماً وبعضها ٢٩ يوماً وإضافوا ٢٩ يوماً كل سنة رابعة

وبعض شعب اليونان حسبوا الاشهر ٣٠ يوماً و ٢٩ يوماً دوليك وإضافوا ٣٠ يوماً كل سنة رابعة فشهر ٣٠ يوماً سني ملاناً وشهر ٢٩ سني اجوف

(٢٨٢) اما الرومانيون قسموا السنة ١٠ اشهر لاربعة منها ٣١ يوماً ولستة منها ٣٠ يوماً والجملة ٣٠٤ ايام واذ وجد هذا الانقسام غير حسن اضاف الملك نوما شهرين اي ك' وشباط الاول في الآخر السنة والثاني في اول السنة ولكي تطابق السنة الشمسية اضاف نوما اليها ٥١ يوماً وذلك كثير لشهر واحد وقليل لشهرين فاستط يوماً من كل شهر ذي ٣٠ يوماً وهي سنة و  $٥١ + ٦ = ٥٧$  فانقسم ٥٧ يوماً شهرين وترتبت على هذا النسق

|        |          |       |          |
|--------|----------|-------|----------|
| ك'     | ٢٩ يوماً | تموز  | ٣١ يوماً |
| شباط   | ٢٨ "     | آب    | ٢٩ "     |
| اذار   | ٣١ "     | ايلول | ٢٩ "     |
| نيسان  | ٢٩ "     | ت'    | ٣١ "     |
| ايار   | ٣١ "     | ث'    | ٢٩ "     |
| حزيران | ٢٩ "     | ك'    | ٢٩ "     |

٣٥٥

ولم تزل السنة قصيرة ١٠ ايام فاضاف شهراً ذا ٢٢ او ٢٣ يوماً كل سنة ثانية السنة الهجرية ١٢ شهراً فمرباً ٣٠ و ٢٩ يوماً دوليك بدون طريقة لاصلاح الخلل فهي قاصرة عن الشمسية  $\frac{1}{4}$  يوماً

(٢٨٣) من اقدم الوسائط لاجل قياس مرور الوقت وانقسام العلم القائم على سطح مستوي يوازي الافق فيدل على مرور الوقت بانتقال ظل و من العلم تقدم الناس الى اصطلاح المزاويل اي بنوجه العلم نحو قطب السماء الشمالي وعلى قول المؤرخ هيرودوط ادخلت المزاويل الى بلاد اليونان من بلاد الكلدان ثم اخترع كتيبيوس من الاسكندرية ساعة تدل على مرور الوقت بمرو كمية من الماء في انبوبة على قطر معلوم ثم اخترعت الساعة الرملية ثم استخدم هيجنس الرقاص سنة ١٦٥٦

ومن ذلك الوقت صار عليه الاعتماد للدلالة على الوقت واعانة للعامة بصنع المنهاج السنوي حاي وقت الشروق والغياب للشمس والقمر واوقات اوجه القمر ومواقع السيارات وما يشبه ذلك من الامور المقيمة

المنهاج الكنائسي هو لتعيين ايام الاعياد غير الثابتة في بعض الكنائس فان بعض الاعياد مثل عيد ماري اندراوس وعيد الميلاد الخ تقع في يوم معين من الشهر كل سنة وبعض الاعياد مثل عيد الفصح يتغير موقعه من سنة الى سنة

ان عيد الفصح عند اليهود هو في الشهر الاول في ١٤ الشهر عند المساء انظر خروج ١٢: ١٨ وشهر قمري وقد صلب المسيح على عيد الفصح فصار ذلك العيد عند المسيحيين نقلاً ايضاً ثم في القرن الثاني وقعت مشاجرة من جهة وقت اقامة هذا العيد فاختلفت الكنيسة الشرقية ان تقيمه في اليوم الرابع عشر من الشهر الاول اليهودي والغربية اختلفت ان يتبدى العيد في الليلة قبل صباح قيامة المخلص لانه على الاول كان العيد يقع احياناً كثيرة في غير يوم الاحد من ايام الاسبوع وبقي الاختلاف الى الثام الجمع اليناوب سنة ٢٢٥ م فحكم الجمع ان يقام العيد في يوم الاحد التابع البدر الواقع بعد ٢١ اذاراي الاعتدال الربيعي فان وقع البدر في اليوم الحادي والعشرين يكون البدر الثاني بدر الفصح وان وقع ذلك البدر يوم الاحد يكون الاحد الثاني احد الفصح

ولا يعتمد في هذا الحساب على الشمس الحقيقية ولا على القمر الحقيقي بل على الشمس الوهمية والقمر الوهمي المعروف بالقمر الكائسي (صحيحة ١٤٠) فقد يحدث ان وقوع العيد لا يوافق القاعدة المذكورة مثالة ان حصل استقبال الشمس الحقيقية والقمر الحقيقي في ٢١ اذارا ١٥٦٠ واستقبال الشمس والقمر الاوسطين بعد ذلك ٢ فباعبار الثاني يتاخر العيد ثمانية ايام ولا سبيل هنا للبحث في هذا الامر الذي في الحقيقة لا طائل فحثة ولا يهم الا كائسيين اورهبانا منفرغين لمنازعات فارغة مثل هذه



# جداول مبادي السيارات

طول السيار الشمسي  $\pi$  طول نقطة الرأس  $\Omega$  = طول العقدة الصاعدة الشمسي  $\varphi$  = ميل فلك على دائرة البروج  $\varphi$  = مبانة  $\epsilon$  جيبها الطبيعي

| اسم     | سمت | $\lambda$    | $\pi$        | $\Omega$     | $\epsilon$  | $\varphi$   | $\epsilon$ | تغير قرني     | تغير قرني     | تغير قرني     |
|---------|-----|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------------|---------------|---------------|---------------|
| عطارد   | ♿   | 111° 16' 11" | 74° 43' 20"  | 45° 38' 07"  | 0° 0' 0"    | 11° 42' 00" | 2° 04' 25" | + 67° 43' 26" | - 78° 37' 48" | + 78° 18' 11" |
| الزهرة  | ♀   | 126° 14' 44" | 64° 43' 12"  | 10° 13' 41"  | 2° 23' 49"  | 37° 32' 49" | 0° 0' 0"   | - 67° 43' 26" | - 78° 37' 48" | - 78° 18' 11" |
| الأرض   | ♁   | 100° 05' 10" | 29° 40' 44"  | 0° 0' 0"     | 0° 0' 0"    | 45° 32' 49" | 0° 0' 0"   | + 67° 43' 26" | - 78° 37' 48" | - 78° 18' 11" |
| المريخ  | ♂   | 133° 05' 34" | 101° 22' 32" | 47° 40' 48"  | 6° 01' 10"  | 0° 0' 0"    | 0° 0' 0"   | + 67° 43' 26" | - 78° 37' 48" | - 78° 18' 11" |
| المشتري | ♃   | 18° 42' 04"  | 7° 43' 11"   | 76° 40' 50"  | 18° 10' 52" | 0° 0' 0"    | 0° 0' 0"   | + 67° 43' 26" | - 78° 37' 48" | - 78° 18' 11" |
| زحل     | ♄   | 132° 06' 12" | 8° 49' 29"   | 111° 11' 11" | 2° 23' 49"  | 37° 32' 49" | 0° 0' 0"   | + 67° 43' 26" | - 78° 37' 48" | - 78° 18' 11" |
| اورانوس | ♅   | 173° 04' 37" | 30° 16' 37"  | 10° 13' 41"  | 2° 23' 49"  | 37° 32' 49" | 0° 0' 0"   | + 67° 43' 26" | - 78° 37' 48" | - 78° 18' 11" |
| نبتون   | ♆   | 135° 08' 48" | 27° 14' 37"  | 13° 06' 10"  | 0° 0' 0"    | 45° 32' 49" | 0° 0' 0"   | + 67° 43' 26" | - 78° 37' 48" | - 78° 18' 11" |



| فطر    | فطر ظاهر |      |     | بعد عن الارض عن ٥ اسفل للسفلى |      |     | وعند ٥ للعليا |      |     | بعد عن الارض عند ٥ اعلى للسفلى |      |     |
|--------|----------|------|-----|-------------------------------|------|-----|---------------|------|-----|--------------------------------|------|-----|
|        | من الارض |      |     |                               |      |     |               |      |     |                                |      |     |
|        | من ⑤     | اوسط | اقل | اعظم                          | اوسط | اقل | اعظم          | اوسط | اقل | اعظم                           | اوسط | اقل |
| ١ = ⑤  |          |      |     |                               |      |     |               |      |     |                                |      |     |
| ٠.٣٧٤  | ١٧٣      | ٨٧   | ٤٥  | ١٢٩                           | ١٧٥  | ٤٧٣ | ١٩١           | ١٩١  | ١٩١ | ١٩١                            | ١٩١  | ١٩١ |
| ٠.٩٤٨  | ٣٣٤      | ٣٨١  | ٩٧  | ٦٦٥                           | ٣٥٣  | ٣٨٧ | ٣٠٤           | ٣٠٤  | ٣٠٤ | ٣٠٤                            | ٣٠٤  | ٣٠٤ |
| ١.٠٠٠  | ١٧٩      |      |     |                               |      |     |               |      |     |                                |      |     |
| ٠.٦٣١  | ٧٣       | ١٧٣  | ٤١  | ٣٠٤                           | ٤٧٨  | ٣٦٣ | ٥٧٨           | ٣٦٣  | ٣٦٣ | ٣٦٣                            | ٣٦٣  | ٣٦٣ |
| ١.١٥٣  | ٣٨٣      | ٤٠٧  | ٢٠٨ | ٥٠٧                           | ٣٨٤  | ٣٦٣ | ٣٦٣           | ٣٦٣  | ٣٦٣ | ٣٦٣                            | ٣٦٣  | ٣٦٣ |
| ٠.٧٨٠  | ١٧٠      | ١٧٥  | ١٤٦ | ٢٠٣                           | ٧٨٠  | ٧٨٠ | ٧٨٠           | ٧٨٠  | ٧٨٠ | ٧٨٠                            | ٧٨٠  | ٧٨٠ |
| ٢.١٦٧  | ٣٩       | ٣٩   | ٣٥  | ٤٣                            | ١٦٦  | ١٦٦ | ١٦٦           | ١٦٦  | ١٦٦ | ١٦٦                            | ١٦٦  | ١٦٦ |
| ٤.٦٣١  | ٣٨       | ٣٨   | ٣٦  | ٣٦                            | ٣٦٥  | ٣٦٥ | ٣٦٥           | ٣٦٥  | ٣٦٥ | ٣٦٥                            | ٣٦٥  | ٣٦٥ |
| ١٠.٧٠٨ |          | ٣٣   | ٣١  | ٣٣                            | ٣٣   | ٣٣  | ٣٣            | ٣٣   | ٣٣  | ٣٣                             | ٣٣   | ٣٣  |
| ٠.٢٠٧  | ٤٧       | ٣٦   | ٣٩  | ٣٣                            | ٣٦   | ٣٩  | ٣٣            | ٣٦   | ٣٩  | ٣٣                             | ٣٦   | ٣٩  |





[illegible]

## قائمة نجوم مزدوجة

تنبيه. في عمود الوضع العلامة + دالة على حركة مستقيمة و - على حركة متقهقرة ب قائمة  
بمانسي والعدد بعد ذلك ساعة ص م

| عدد في        | ص م                      | سنة         | بعد   |
|---------------|--------------------------|-------------|---|
| عدد اسم النجم | قائمة ستروف ١٨٦٠ او ١٨٦٥ | ميل ١٨٠٠+   | قدر وضع بينها                                       |
| ١             | ٢١٦ فيناوس               | ٢           | ١٣٠ ٠٠ + ٧٨ ٠٠ ٥٦ ٦٥ ٦٦ - ٢٩٥ ٠٦ ٢٨ ٠٠              |
| ٢             | ٢١٨ فيناوس               | ١٣          | ١٨ ٨ ٠ + ٧٦ ٠٠ ١٠ ٦٣ ٦٦ ١ ٠٢ ٥٦ - ١٠٢ ٠٥ ٠٠         |
| ٣             | ذات الكرسي               | ٦٠          | ٥٢ ٤٠ ٠ + ٥٧ ٠٠ ٦٠ ٦٥ ٧ ١ ٤ + ١٢٥ ٠٥ ١٢ ٧٥ ٦        |
| ٤             | المرأة المسلسلة          | ٧٣          | ٢٦ ٤٧ ٠ + ٢٢ ٩ ٢٢ ٥٢ ٦٦ ٧ ٦ + ٢٤٩ ٠١ ٢١ ٢١ ١        |
| ٥             | ٢٥١ ب. الحوتين           |             | ٢٩ ٥٢ ٠ + ٢٢ ٠٢ ٥٢ ٨ ٩ + ٢٠٥ ٠١ ٠٠ ١٨ ٨ ٠           |
| ٦             | ٤٢ قيطوس                 | ١١٢         | ٥٤ ١٢ ١ - ١٤ ٠ ١٢ ٦٣ ٨ ٦ + ٢٤٢ ٢ ٢٧ ١ ٢٧            |
| ٧             | ١٢٢ ب. الحوتين           | ١٢٨         | ٥٩ ٢٨ ١ + ٥٧ ٢ ٦٣ ٦٦ ٨ ٦ + ٢٨ ٦٩ ٥٧ ١ ٠٧ ١          |
| ٨             | ٢٠٩ ب. ا                 | "           | ٤٧ ١ ١٨٦ ٠ + ٥٩ ٥٧ ٧ ٧ ١ ٤ + ٨٧ ٠٢ ٤٢ ٠٠            |
| ٩             | "                        | "           | ٢٥٥ ١ ٢٠٢ + ٢ ٦ ٦٦ ٦٥ ٦٥ - ٢٢٢ ٢٢٥ ٧٦ ٢٢ ٢٢         |
| ١٠            | المرأة المسلسلة اب       | ٢٠٥         | ٢٧ ٥٥ ١ + ٤١ ٩ ٤٠ ٦٥ ٢ ٢ ٥ ٤٢ - ٢٣ ٤٢ ٢٦ ٢٦ ٠٠      |
| ١١            | " " ب ج                  | " " " " " " | ٠٩ ٠٠ ٧ ٧ - ٦ ٢ ٥ " " " " ٠٩ ٠٠                     |
| ١٢            | ٢٥٩ " "                  | ٢٢٨         | ٦ ٥ ٢ ٢٢٨ + ٤٦ ٠ ٥٠ ٦٢ ٧ ٧ + ٢٨ ٦ ٥ ٢٨ ٦ ٠ ٩٠       |
| ١٣            | ٢٥٧ S فرساوس             | ٢٥٧         | ١٢ ١٥ ٢ ٢٥٧ + ٦٠ ٥٥ ٦٢ ٧ ٨ + ١٨٢ ٥ ٤٠ ٠٠            |
| ١٤            | ذات الكرسي اب            | ٢٦٢         | ٢٥ ١٧ ٢ ٢٦٢ + ٤٦ ٢ ٦٢ ٤ ١ ٤ ٧ - ٢٦٥ ٨٧ ٩٢ ١ ٩٢      |
| ١٥            | ٢٧٨ S " "                | ٢٧٨         | ٢٦ ٢٥ ٢ ٢٧٨ + ٦٨ ٤١ ٥٧ ٨ ١ ٨ - ٦٧ ٦٧ ٤٠ ٠٠          |
| ١٦            | ١١٤ الحمل                |             |   |
| ١٧            | " ز                      |             | ٢٢٢ ٢ ٢١ ٥١ ٢٠ + ٤٧ ٩ ٢٦ ٦٦ ٥ ٦ ١ ٢ + ١٩٩ ٦ ١٤ ١ ١٤ |
| ١٨            | ٧ الثور اب               | ٢٦٢         | ٤١٢ ٢٦٢ ٠ + ٢٢ ٥٩ ٦٥ ٦ ٦ ١ ٢ - ٢٦١ ٩٧ ٤٥ ٠٠         |
| ١٩            | ٢٨ ب. النهر              | ٢٩ ٢        | ٥٢ ٢٩ ٢ ٠ + ٨ ٢ ٤٥ ٦ ٦ ١ ٩ + ٢٣٥ ٩ ٢٠ ٠٠            |
| ٢٠            | ٢٩ S فيناوس              | ٤٦٠         | ٤٨ ٤٦ ٢ ٤٦٠ + ٨٠ ١٨ ٦٢ ٥ ١ ٢ + ١٥ ٦١ ٧ ٠٠           |
| ٢١            | ٢١ S الزرافة             | ١٢ ٦ ٤      | ١٢ ٦ ٤ ٠٨ + ٢ ٦ ٦٢ ٧ ٦ - ٢٩٤ ٧ ٢٩ ٤ ٧               |



| عدد اسم النجم                            | عدد في ص م | سنة   | بعد  |
|--|------------|---|--|
| قائمة ستروف ١٨٦٠ ميل ١٨٠٠+ قدر وضع بينها |            |   |  |
| ٣٠ الثور                                 | ٥٥٤        | $٤٢١٥^{\circ} ١١^{\circ} ٠'$                            | $٦٣^{\circ} ٠' ٨\frac{1}{2} - ٢٨^{\circ} ٢٤٢' ١٧٣'$          |
| ٣١ الزرافة                               | ٥٦٦        | $٦٢٨^{\circ} ٥٣^{\circ} ١٤'$                            | $٦٣^{\circ} ٧\frac{1}{2} - ٢٩٩^{\circ} ٥٢'$                  |
| ٣٤ S٥٧٧ مسك الاعنة ٥٧٧                   | ٤          | $٤٨٢٢^{\circ} ٣٧^{\circ} ١٤'$                           | $٦٣^{\circ} ٧\frac{1}{2} - ٨^{\circ} ٢٦٥^{\circ} ٥٠'$        |
| ٣٥ النجم                                 | ٥          | $٢٦١٧^{\circ} ٢-٢١^{\circ} ٦٧'$                         | $٨٦^{\circ} ١٢-٠^{\circ} ٩٥'$                                |
| ٣٦ النكس اب                              | ٦          | $١٨٢٤^{\circ} ٥٩^{\circ} ٢٤'$                           | $٦٣^{\circ} ٦\frac{1}{2} - ١٢٨^{\circ} ٥٧'$                  |
| ٣٧ " " اج                                | "          | " " " " " "   | $٨^{\circ} ٦٧^{\circ} ٣٠^{\circ} ٧٧^{\circ} + ٧\frac{1}{2}$  |
| ٣٨ الشعري البانية                        | ٦          | $١٢٢٩^{\circ} ١٦^{\circ} ٢١'$                           | $١٠^{\circ} ١-٧١^{\circ} ٢١'$                                |
| ٣٩ S٩٣٣ التوأمين                         |            |   |  |
| ٣٠ " "                                   | ٦          | $١٤٧^{\circ} ٢٠^{\circ} ١٢^{\circ} + ١٢٢^{\circ} ٥'$    | $٨^{\circ} ٥\frac{1}{2} - ١٦٤^{\circ} ٧٢'$                   |
| ٣١ S١٠٣٧ " "                             | ٧          | $١٠٣٧^{\circ} ٤^{\circ} ٢٧^{\circ} + ٢٧^{\circ} ٢٧'$    | $٨\frac{1}{2} - ٢١٨^{\circ} ١٠'$                             |
| ٣٢ " "                                   | ٧          | $١١١٠^{\circ} ٢٥^{\circ} ٢٢^{\circ} + ١١^{\circ} ٦٥'$   | $٢\frac{1}{2} - ٢٤١^{\circ} ٤٥'$                             |
| ٣٣ S١١٥٧ وحيد القرن ١١٥٧                 | ٧          | $١١٥٧^{\circ} ٤٧^{\circ} ٢-٢٠'$                         | $٨^{\circ} ٢٨^{\circ} ٢٥٦^{\circ} ٧٧'$                       |
| ٣٤ ٨٥ النكس                              | ٨          | $١١٨٧^{\circ} ٤٢^{\circ} ٢٢^{\circ} + ٢٧^{\circ} ٢٦'$   | $٧\frac{1}{2} - ٥٦^{\circ} ٢٨'$                              |
| ٣٥ ٤ السرطان اب                          | ٨          | $١١٩٦^{\circ} ٢٢٤^{\circ} ٢٢^{\circ} + ٢٢^{\circ} ٢٦'$  | $٧^{\circ} ٢٢٤^{\circ} ٢٢'$                                  |
| ٣٦ " " اج                                | "          | " " " " " "   | $٧\frac{1}{2} - ١٤^{\circ} ٧٠'$                              |
| ٣٧ ٤ الشجاع                              | ٨          | $١٢٧٣^{\circ} ٢٨٢٩^{\circ} ٦^{\circ} + ٥٤^{\circ} ٦٦'$  | $٨\frac{1}{2} - ٢١٢^{\circ} ٨٢^{\circ} + ٢٨٧'$               |
| ٣٨ ١٥٧ النكس                             | ٩          | $١٢٣٨^{\circ} ١٢١٢^{\circ} ٢٨^{\circ} + ٤٦^{\circ} ٦٦'$ | $٧\frac{1}{2} - ١٤٢^{\circ} ٤٨^{\circ} + ٧١'$                |
| ٣٩ من الاسد                              | ٩          | $١٢٥٦^{\circ} ١٢٢١^{\circ} ٩^{\circ} + ٢٨^{\circ} ٦٦'$  | $٧\frac{1}{2} - ٢٢^{\circ} ٩٢^{\circ} + ٣٠'$                 |
| ٤٠ اب ٩ السدس ١٢٧٧                       | ٩          | $١٢٧٧^{\circ} ٢٧٢٦^{\circ} ٢^{\circ} + ١٦^{\circ} ٥٦'$  | $١٢^{\circ} ١٢٩^{\circ} ٤٥^{\circ} - ١٢^{\circ} ١١'$         |
| ٤١ ٨ السدس                               | ٩          | $٦٤٥^{\circ} ٧-٢٤^{\circ} ٦^{\circ} ٦\frac{1}{2}$       | $٢٨^{\circ} ٢١-٠^{\circ} ٥٠'$                                |
| ٤٢ ٧ الاسد                               | ١٠         | $١٤٢٤^{\circ} ٢٤١٢^{\circ} ٢٠^{\circ} + ٢١^{\circ} ٦٦'$ | $٤^{\circ} ١١١^{\circ} ٤٤^{\circ} + ١٧'$                     |
| ٤٣ ١٤٥ الاسد                             | ١٠         | $١٤٢٦^{\circ} ١٢١٢^{\circ} ٧^{\circ} + ٨^{\circ} ٥٦'$   | $٨^{\circ} ٧\frac{1}{2} - ٢٧١^{\circ} ٧٨^{\circ} + ٦٥'$      |
| ٤٤ S١٤٥٧ السدس ١٤٥٧                      | ١٠         | $١٤٥٧^{\circ} ٢٤٢١^{\circ} ٦^{\circ} + ٢٨^{\circ} ٦٣'$  | $٨^{\circ} ٧^{\circ} ٢٠^{\circ} ٩١^{\circ} + ٢٠^{\circ} ٩١'$ |
| ٤٥ S١٥١٦ التين ١٥١٦                      | ١١         | $١٥١٦^{\circ} ٤٢^{\circ} ٧٤^{\circ} + ١٥^{\circ} ٦٣'$   | $٧\frac{1}{2} + ٧٠^{\circ} ١٤'$                              |
| ٤٦ φ الدب الأكبر                         |            |   |  |

| عدد اسم النجم | قائمة سترووف ١٨٦٠ | ميل      | ١٨٠٠+     | قدر     | وضع      | بينها | عدد في ص م | سنة | بعد |
|---------------|-------------------|----------|-----------|---------|----------|-------|------------|-----|-----|
| ٤٧            | ١٥٢٢              | ١١ ١٠ ٥٩ | ٦٦ ١٧ ٦٢٢ | ٤ ١     | ٨٦ ٥٥ -  | ٢ ٢٥  |            |     |     |
| ٤٨            | ١٥٢٦              | ١١ ١٦ ٥٢ | ١٦ ٦ ١١   | ٤ ٦٥    | ٧٢ ١٢ -  | ٢ ٨١  |            |     |     |
| ٤٩            | ١٦٧٠              | ١٢ ١٤ ٥٠ | ٦٦ ٤٢ ٦   | ٤ ٤     | ١٦٤ ٢٨ - | ٤ ٢٩  |            |     |     |
| ٥٠            | ١٦٨٧              | ١٢ ٤٦ ٢٩ | ٨ ٢١ ٥٨   | ٦٥ ١    | ٨٧ ٥٢ +  | ٢ ٢١  |            |     |     |
| ٥١            | ١٧٢٨              | ١٢ ٢ ٢٦  | ١٤ ٦ ١٨   | ٦٥ ٤ ١  | ١٩٢ ٩٥ + | ٢ ٥٠  |            |     |     |
| ٥٢            | ١٧٥٧              | ١٢ ٢٧ ٢٢ | ٦ ٢٢ ٦٢   | ٨ ٩     | ٥٩ ٤ +   | ٢     |            |     |     |
| ٥٣            | ١٧٦٨              | ١٢ ٢٩ ٥٤ | ١١ ٦٥ ٧   | ٢٧ +    |          |       |            |     |     |
| ٥٤            | ١٧٨٥              | ١٢ ٤٨ ٢٧ | ٤١ ٦٤ ٧   | ٢٧ +    | ١٩٢ ٤١ + | ٢ ٦٠  |            |     |     |
| ٥٥            | ١٨١٩              | ١٤ ٨ ١٨  | ٤٧ ٦٢ ٧   | ٨ ٢٢    | ١٥ -     | ٢ ٢٩  |            |     |     |
| ٥٦            | ١٨٣٠              | ١٤ ١١ ١٢ | ١٩ ٥٧ +   | ٦ ٨ ١   | ٢٧٨ ٢٢ + | ٥ ٢٠  |            |     |     |
| ٥٧            | ١٨٦٤              | ١٤ ٢٢ ٢٤ | ١٦ ٥٩ ٩   | ٦٦ ٢ ٢  | ١٠٠ ٦٠ + | ٥ ٧٣  |            |     |     |
| ٥٨            | ١٨٧٦              | ١٤ ٢٩ ٢٠ | ٤٨ ٦٢ ٨   | ٦٥ ٨٧ + | ٢٠ ٢٠    | ١ ٢٠  |            |     |     |
| ٥٩            | ١٨٨٨              | ١٤ ٤٥ ٩  | ٢٩ ٨ ١٩ + | ٦٥ ٢ ٢  | ٨٢ -     | ٥ ٤١  |            |     |     |
| ٦٠            | ١٩٠٩              | ١٤ ٥٩ ٢١ | ٤٨ ١٠ ٦٢  | ٦ ٥     | ٢٢٩ ٥٢ + | ٤ ٧٥  |            |     |     |
| ٦١            | ١٩٢٢              | ١٥ ١٢ ١٨ | ٢٧ +      | ٢١ ٦٢ ٧ | ٢٩ ٢٧ +  | ١ ١٨  |            |     |     |
| ٦٢            | ١٩٣٧              | ١٥ ١٧ ٢٧ | ٢٠ +      | ٤٦ ٧ ٦٦ | ٢٢ ١٨ +  | ١ ١٢  |            |     |     |
| ٦٣            | ١٩٣٨              | ١٥ ١٩ ٢٥ | ٢٧ +      | ٤٩ ٢ ٦٦ | ٨ ٨ ١    | ٢٠ ٢٠ |            |     |     |
| ٦٤            | ١٩٥٤              | ١٥ ٢٨ ٢١ | ١٠ +      | ٥٩ ٥ ٦٦ | ١٠ ٥٢ -  | ٢ ٤٢  |            |     |     |
| ٦٥            | ١٩٦٧              | ١٥ ٢٧ ٤  | ٢٦ +      | ٤٢ ٥ ٦٦ | ٤ ٢٦     |       |            |     |     |
| ٦٦            | ١٩٩٨              | ١٥ ٥٧ ٥٧ | ١٠ -      | ٥٩ ٩ ٦٦ | ٤ ٢٦     | ٤ ٢٠  |            |     |     |
| ٦٧            | ٢٠٢١              | ١٦ ٧ ١٠  | ١٢ +      | ٥٢ ٦ ٦٤ | ٧ ٧ ٢٢   | ٢ ٥٢  |            |     |     |
| ٦٨            | ٢٠٢٦              | ١٦ ٧ ٤٨  | ٧ +       | ٤٤ ٦٥   | ٩ ٨ ٢٢   | ١ ٥٠  |            |     |     |
| ٦٩            | ٢٠٢٢              | ١٦ ٩ ٢٧  | ٢٤ +      | ١٢ ٢ ٦٥ | ٦ ٦ ٢٢   | ٢ ٩٧  |            |     |     |





| عدد في        | ص م                          | سنة             | بعد                                   |
|---------------|------------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| عدد اسم النجم | قائمة ستروف ١٨٦٠ او ١٨٦٠ ميل | ١٨٠٠+ قدر       | وضع بينهما                            |
| ١٧            | ٢٦٩٦ الدفين                  | ٢٦٩٦ + ٤٠٠      | ٢٦٩٦ + ٨٠٠ ٥٦' ٥٨" ٢٦٩٦ + ٨٠٠ ٥٦' ٥٨" |
| ١٨            | الدجاجة                      | ٢٠٠ + ٤٠٠       | ٢٠٠ + ٤٠٠ ٥٥' ٥٥" ٢٠٠ + ٤٠٠ ٥٥' ٥٥"   |
| ١٩            | الدلو                        | ٢٧٢٩            | ٢٧٢٩ ١٦ ٤٤' ٢٠ ١٦ ٤٤' ٢٠ ١٦ ٤٤' ٢٠    |
| ١٠٠           | الفرس الاصغر اب              | ٢٧٣٧            | ٢٧٣٧ ٢٠ ٥٢' ٢٠ ٢٠ ٥٢' ٢٠ ٢٠ ٥٢' ٢٠    |
| ١٠١           | " " " " " " " "              | " " " " " " " " | " " " " " " " "                       |
| ١٠٢           | الدجاجة                      | ٢٧٥٨            | ٢٧٥٨ ٢١ ٤١' ٢٨ ٢١ ٤١' ٢٨ ٢١ ٤١' ٢٨    |
| ١٠٣           | السفينة                      | ١٠٢١            | ١٠٢١ ٢٤ ٤٤' ٥٢ ٢٤ ٤٤' ٥٢ ٢٤ ٤٤' ٥٢    |
| ١٠٤           | الفرس                        | ٢٧٩٩            | ٢٧٩٩ ٢٤ ٢٢' ٢٢ ٢٤ ٢٢' ٢٢ ٢٤ ٢٢' ٢٢    |
| ١٠٥           | ٢٢ الفرس                     | ٢٨٧٧            | ٢٨٧٧ ٢٢ ٤٢' ٢٢ ٢٢ ٤٢' ٢٢ ٢٢ ٤٢' ٢٢    |
| ١٠٦           | الدلو                        | ٢٩٠٩            | ٢٩٠٩ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢    |
| ١٠٧           | الفرس                        | ٢٩١٢            | ٢٩١٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢    |
| ١٠٨           | ٢٩ الفرس                     | ٢٩٢٤            | ٢٩٢٤ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢    |
| ١٠٩           | ٢٩ قيفاوس اب                 | ٢٩٢٤            | ٢٩٢٤ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢    |
| ١١٠           | " " " " " " " "              | " " " " " " " " | " " " " " " " "                       |
| ١١١           | ٢٩ الدلو                     | ٢٩٢٤            | ٢٩٢٤ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢    |
| ١١٢           | ٢٩ ذات الكرسي                | ٢٩٢٤            | ٢٩٢٤ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢    |

## قائمة نجوم مزدوجة لم يتحقق كونها مزدوجة حقيقية

|     |                    |            |                                       |
|-----|--------------------|------------|---------------------------------------|
| ١٤٤ | ٢٩ المرأة المسلسلة | ٢٩٠٠ + ٤٠٠ | ٢٩٠٠ + ٤٠٠ ٥٦' ٥٨" ٢٩٠٠ + ٤٠٠ ٥٦' ٥٨" |
| ١٠٢ | الحمل              | ٢٠٠ + ٤٠٠  | ٢٠٠ + ٤٠٠ ٥٥' ٥٥" ٢٠٠ + ٤٠٠ ٥٥' ٥٥"   |
| ٢   | ٢٩ ذات الكرسي      | ٢٩٢٤       | ٢٩٢٤ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢    |
| ٤   | ٨٤ قيطوس           | ٢٩٠٠       | ٢٩٠٠ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢    |
| ٥   | ٢٩ " "             | ٢٩٢٤       | ٢٩٢٤ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢    |
| ٦   | ٢٩ الجبار          | ٢٩٢٤       | ٢٩٢٤ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢    |
| ٧   | ٢٩ الثور           | ٢٩٢٤       | ٢٩٢٤ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢ ٢٢ ٢٢' ٢٢    |

نجوم مزدوجة

٢٧٢

| عدد اسم النجم              | عدد في | ص م | سنة | بعد   |
|----------------------------|--------|-----|-----|-------|
| قائمة ستروف ١٨٢٠ أو ٦٠ ميل | ١٨٠٠+  | قدر | وضع | بينها |
| ١٤ النكس                   | ٩٦٣    | ٦   | ٤٠  | ٥٩    |
| ١٥ الكلب الأكبر            | ٩٩٧    | ٦   | ٤٩  | ٥٩    |
| ١٦ اب السرطان              | ١٢٠٢   | ٨   | ٥٤  | ١٠    |
| ١٧ الشجاع                  | ١٢١٦   | ٨   | ١٢  | ١٣    |
| ١٨ دب الأكبر               | ١٣٠٦   | ٨   | ٥٨  | ٩     |
| ١٩ الشجاع اب               | ١٣١٦   | ٩   | ٥٤  | ١٠    |
| ٢٠ الشجاع                  | ١٣٤٨   | ٩   | ٥٧  | ١٠    |
| ٢١ الشجاع                  | ١٣٥٧   | ٩   | ٥٧  | ١٠    |
| ٢٢ السنبلة                 | ١٦٤٧   | ١٢  | ٤٩  | ١٠    |
| ٢٣                         | ١٧٨١   | ١٣  | ٤٩  | ١٠    |
| ٢٤ ب ١٣                    | ١٧٨٨   | ١٣  | ٤٧  | ١٠    |
| ٢٥ العواء                  | ١٨٢٥   | ١٤  | ٤٧  | ١٠    |
| ٢٦ ب ١٤ الميزان            | ١٨٣٧   | ١٤  | ٤٧  | ١٠    |
| ٢٧                         | ١٨٦٣   | ١٤  | ٤٧  | ١٠    |
| ٢٨ الحاي                   | ١٨٦٥   | ١٤  | ٤٧  | ١٠    |
| ٢٩                         | ١٨٨٣   | ١٤  | ٤٧  | ١٠    |
| ٣٠                         | ١٩٣٤   | ١٥  | ٤٨  | ١٠    |
| ٣١                         | ١٩٥٧   | ١٥  | ٤٨  | ١٠    |
| ٣٢                         | ٢١٦٥   | ١٧  | ٤٨  | ١٠    |
| ٣٣                         | ٢١٩٩   | ١٧  | ٤٨  | ١٠    |
| ٣٤                         | ٢٢٨٩   | ١٨  | ٤٨  | ١٠    |
| ٣٥                         | ٢٤٣٧   | ١٨  | ٤٨  | ١٠    |
| ٣٦                         | ٢٤٥٤   | ١٨  | ٤٨  | ١٠    |
| ٣٧                         | ٢٥٢٥   | ١٩  | ٤٨  | ١٠    |
| ٣٨                         | ٢٥٤٤   | ١٩  | ٤٨  | ١٠    |

| عدد اسم النجم                | عدد في | ص م                                      | سنة | بعد   |
|------------------------------|--------|--|-----|-------|
| قائمة ستروث ١٨٦٠ أو ١٨٦٠ ميل | ١٨٠٠+  | قدر                                      | وضع | بينها |
| ٢٥٥٦ S الثعلب                | ٢٥٥٦   | ١٩ ٢٣ ٢٤ + ٢١ ٥٥ ٦٥ ٧ ٧ ١٦٧ ٧٢ -         |     |       |
| ٢٥٧٦ S الدجاجة               | ٢٥٧٦   | ١٩ ٤٠ ١٨ ٢٢ + ١٧ ٦٢ ٨ ٧ ١ ٢٠ ٨ ٥ - ٢٠ ٢٧ |     |       |
| ٢٧٤٤ S الدلو                 | ٢٧٤٤   | ٢٠ ٥٤ ٥٥ ٢٠ + ٥٩ ٦٢ ٧ ٦ ١٧٧ ٥٥ - ١٠٠     |     |       |
| ٢٧٤٦ S الدجاجة               | ٢٧٤٦   | ٢٠ ٥٥ ٢٠ + ٢٨ ٢١ ٦٢ ٩ ٨ ٢٨٣ ٧٠ + ٠ ٨     |     |       |
| ٢٨٠٤ S القوس                 | ٢٨٠٤   | ٢١ ٢٦ ٢٠ + ٢٠ ٦ ٢٥ ٨ ٧ ٢٢٤ ٥٢ + ٢٧٥      |     |       |
| ٢٩٢٨ S الدلو                 | ٢٩٢٨   | ٢٢ ٢٢ ٦ ٢٢ - ٢٠ ٥٧ ٨ ١ ٢١٩ ٢٥ - ٢٨ ٤     |     |       |
| ٢٩٤٤ S الدلو                 | ٢٩٤٤   | ٢٢ ٤٠ ٢٦ ٤ - ٥٧ ٦٢ ٨ ٧ ١٤٦ ٦٧ - ٥٠ ٦٧    |     |       |
| ٢٩٧٦ S الحوتين               | ٢٩٧٦   | ٢٢ ٢٦ ٥ + ٥٨ ٥١ ١٠ ٩ ١٨٣ ٢٢ + ٢١ ٢١      |     |       |
| ٣٠٤٦ S قيطوس                 | ٣٠٤٦   | ٢٣ ٤٩ ٢٠ - ١٠ ١٦ ٦٤ ٨ ١ ٢٤١ ٥ + ٢٩٠      |     |       |
| ٣٠٥٠ S المرأة المسلسلة       | ٣٠٥٠   | ٢٣ ٥٢ ١٨ ٢٢ + ٥٧ ٦٥ ٦ ١ ١٩٩ ٥٢ + ٢١ ٧    |     |       |

## قائمة نجوم متغيرة

| اسم النجم         | ص م ١٨٢٠ | ميل ١٨٢٠ | مئة ايامًا | من قدر الى قدر         |
|-------------------|----------|----------|------------|------------------------|
| R المرأة المسلسلة | ١٧ ١٣ +  | ٢٧ ٢٠ ٥١ |            | من ٦ الى               |
| B ذات الكرسي      | ١٧ ٢٦    | ٦٢ ٢٥    |            | هونج نخبو براهي الوقتي |
| T الحوتين         | ٢٥ ١٦    | ١٢ ٥٢ ٩  | ١٤٢ ±      | ٩ ١١                   |
| α ذات الكرسي      | ٢٣ ٩     | ٥٥ ٤٩ ٤  | ٧٩ ١       | ٢ ٢٥                   |
| U الحوتين         | ٢٧ ٢٥    | ٦ ٢٥ ٢   |            | ٩ > ١٢                 |
| S ذات الكرسي      | ١٠ ٨     | ٧١ ٥٥ ٦  |            | ٩ > ١٢                 |
| S الحوتين         | ١٠ ٤٦    | ٨ ١٢ ٧   | ١٢ ±       | ٩ > ١٢                 |
| R الحوتين         | ٢٣ ٥٦    | ٢ ١٢ ٦   | ٢٤٦        | ٧ ٩ ٥                  |
| V الحوتين         | ٤٧ ٢٠    | ٨ ٨      |            | ٦ ٩                    |
| الحمل             | ٥٧ ٢٩    | ١١ ٥٤    |            |                        |
| R الحمل           | ٨ ٤٤     | ٢٤ ٢٧ ١  | ١٨٦        | ٨ > ١٢                 |
| ه قيطوس           | ١٢ ٤٧    | ٢ - ٢٤ ١ | ٢٢١ ٢٢٦    | ٢ > ١٢                 |



| اسم النجم      | ص م ١٨٧٠ | ميل ١٨٧٠  | مقايا م | من قدر الى قدر |
|----------------|----------|-----------|---------|----------------|
| م فرساوس       | ٥١ ٥٦ ٢  | ٢٨ + ٢٠   | ٢٢      | ٤              |
| " β            | ٤٣ ٥٩ ٢  | ٢٧ ٢ ٤٠ + | ٢٨٧٢٧   | ٢٠ ٤           |
| " R            | ٤٧ ٢١ ٢  | ١٢ ٢ ٢٥ + | ٤١٩     | ٨ ٦ > ١٢       |
| λ الثور        | ٢٩ ٥٣ ٢  | ٧ ٢ ١٢ +  | ٢٩٥٢    | ٤ ٤            |
| U الثور        | ١٥ ١٤ ٤  | ٢٠ ٢ ١٩ + |         | ١٠ ٤ ٩         |
| " T            | ٢٥ ١٤ ٤  | ١٢ ٥ ١٩ + |         | ١٢ ٥ ٩ ٧ > ١٢  |
| " R            | ١٠ ٢١ ٤  | ٥٢ ٢ ٩ +  | ٢٢٧     | ٨ ١٢ ٥         |
| " S            | ٥ ٢٢ ٤   | ٢٩ ٤ ٩ +  | ٢٧٥     | ١٠ > ١٢        |
| R الجبار       | ٥٥ ٥١ ٤  | ٥٥ ٧ ٧ +  | ٢٧٨     | ٩ > ١٢         |
| ε مسك العنان   | ٢٨ ٥٢ ٤  | ٢٧ ٧ ٤٢ + | ٢٥٠     | ٢ ٥ ٤          |
| R الارنب       | ٤١ ٥٣ ٤  | ١٥ - ٠ ٢  | ٤٠٠ ±   | ٧              |
| R مسك العنان   | ٤٨ ٦ ٥   | ٢٦ ٢ ٥٢ + |         |                |
| " α الجبار     | ٨ ٤٨ ٥   | ٢٢ ٨ ٧ +  | ١٩٦ ±   | ١ ١ ٥          |
| R وحيد القرن   | ٤ ٢٢ ٦   | ٥٠ ٩ ٨ +  |         | ١٢ ١٠          |
| ζ التوأمن      | ٢٤ ٥٦ ٦  | ٤٥ ٥ ٢٠ + | ١٠ ١٦   | ٢ ٨ ٤ ٥        |
| " R            | ٢٢ ٥٩ ٦  | ٥٤ ١ ٢٢ + | ٢٧٠     | ١١ ٧ ٢         |
| R الكلب الاصغر | ١ ١ ٧    | ١٢ ٦ ١٠ + | ٢٢٩     | ١٠ ٨           |
| " " S          | ٢٩ ٢٥ ٧  | ٢٥ ٦ ٨ +  | ٢٢٥     | ٧ ٥ > ١٢       |
| S التوأمن      | ١٤ ٢٥ ٧  | ٤٥ ٢ ٢٢ + | ٢٦٤ ٠ ٧ | ٩ ٢ > ١٢       |
| " T            | ٣٠ ٤١ ٧  | ٢٢ ٢ ٢٤ + | ٢٨٨ ٦٤  | ٩ ٥ > ١٢       |
| " U            | ٢٣ ٤٧ ٧  | ٢٠ ٥ ٢٢ + | ٩٧      | ١ ١٢ ٥         |
| R السرطان      | ٢٤ ٩ ٨   | ٧ ٤ ١٢ +  | ٢٥٩     | ٦ > ١٠         |
| " U            | ١٩ ٢٨ ٨  | ٢٠ ٥ ١٩ + | ٢٠ ٦    | ٩ > ١٢         |
| " S            | ٣٠ ٢٦ ٨  | ٢٠ ٠ ١٩ + | ٩٤٨     | ٨ ١٠ ٥         |
| S النجم        | ٤٧ ٤٦ ٨  | ٢٢ ٥ ٢ +  | ٢٥٦     | ٨ ١٢ ٥         |
| T السرطان      | ١٤ ٤٩ ٨  | ٢٠ ٧ ٢٠ + | ٤٥٥ ±   | ١٢ ٩ ٥         |

| اسم النجم         | ص م ١٨٧٠ | ميل ١٨٧٠        | مدة اياماً | من قدر الى قدر |
|-------------------|----------|-----------------|------------|----------------|
| T الشجاع          | ٢٠ ٤٩ ٨  | ٨- ٢٨ ٧ ٢٩٢     | ٢٢٦+ ٦٥ ١٠ |                |
| " α               | ٢١ ٢١ ٩  | ٨- ٥ ٩ ٥٥       | ٢ ٢٥       |                |
| R الاسد الاصغر    | ٤٦ ٢٧ ٩  | ٦٥ ٢٥+          | ± سنة ٧ ١١ |                |
| R الاسد           | ٢٤ ٤٠ ٩  | ١٢+ ١٨ ١٢٥٧     | ٥ ١١       |                |
| R الدب الاكبر     | ٢٥ ٢٥ ١٠ | ٦٩+ ٢٧ ٤ ٢٠ ١٩٠ | ٧ ١٢       |                |
| " السفينة         | ٢ ٤٠ ١٠  | ٥٩- ١ ٠ ٤٦ سنة  | ١ ٤        |                |
| S الاسد           | ٧ ٤ ١١   | ٦+ ١٠ ١ ١٩٢     | ٩ ١٢       |                |
| "                 | ٤٦ ٢١ ١١ | ٤+ ٥ ٥ ٥٠       | ١٠ ١٤      |                |
| R شعر برنيكي      | ٢٥ ٥٧ ١١ | ١٩+ ٢٠ ٢ ٢٠ سنة | ٨ ١٢       |                |
| T السنبلة         | ٥٦ ٧ ١٢  | ٥- ١٨ ٧ ٢٢٧     | ٨ ١٢       |                |
| T الدب الاكبر     | ٢٨ ٢٠ ١٢ | ٦٠+ ١٢ ٢ ٢٥٧    | ٦٧ ١٢      |                |
| R السنبلة         | ٥٤ ٢١ ١٢ | ٧+ ٤٢ ٢ ١٤٦     | ٦٥ ١١      |                |
| S الدب الاكبر     | ١٥ ٢٨ ١٢ | ٦١+ ٤٨ ٢ ٢٢٢ ٦  | ٧٥ ١٢      |                |
| U السنبلة         | ٢٠ ٤٤ ١٢ | ٦+ ١٥ ٧ ٢١٢     | ٧٥ ١٢      |                |
| V "               | ٦ ٢١ ١٢  | ٢- ٢٩ ٧ ٢٥٢     | ٧ ٢٥٢      |                |
| R اوه الشجاع      | ٢٧ ٢٢ ١٢ | ٢٢- ٢٦ ٤ ٤٤٧ ٨  | ٤ ١٠       |                |
| S السنبلة         | ١٢ ٢٦ ١٢ | ٦- ٢١ ٤ ٢٨٠ ١١  | ٦ ١١       |                |
| T العواء          | ٠ ٨ ١٤   | ١٩+ ٤٠ ٥ ١٩     | ٩ ١٤       |                |
| S "               | ٢٢ ١٨ ١٤ | ٥٤+ ٢٤ ٢ ٢٤٢    | ٨ ١٢       |                |
| R الزرافة         | ٢٥ ٢٧ ١٤ | ٨٤+ ٢٥ ٢ ٢٦٥    | ٧ ١٢       |                |
| R العواء          | ٢٧ ٢١ ١٤ | ٢٧+ ١٨ ١ ١٩٦    | ٨ ١٢       |                |
| U "               | ٤٨ ٢٤ ١٤ | ٢٨+ ١ ٤ ١٩      | ٩ ١٢       |                |
| S الحية           | ٢٤ ١٥ ١٥ | ١٤+ ٤٧ ١٤       | ٨ ١٠       |                |
| S الاكليل الشمالي | ٦ ١٦ ١٥  | ٢١+ ٥٠ ٢ ٢٠     | ٦٥         |                |
| R " "             | ١٢ ٤٢ ١٥ | ٢٨+ ٢٢ ٥ ٢٢٠    | ٢٢ ١٢      |                |
| δ الميزان         | ١٤ ٤٢ ١٥ | ٨- ٢ ٤ ٢٩٨      | ٦٩٨        |                |

| اسم النجم      | ص م ١٨٧٠ | ميل ١٨٧٠ | مذايا مآ | من قدر الى قدر |
|----------------|----------|----------|----------|----------------|
| R الحية        | ١٥ ٤٤ ٤٤ | ١٥+ ٢١ ٨ | ٢٥٢      | ٦٥ > ١٠        |
| R الميزان      | ١٥ ٤٦ ١٥ | ١٥- ٥٠ ٨ | ٧٢٢      | ١٢٥ > ٩        |
| R الجاني       | ١٦ ٠ ٢٢  | ١٨+ ٤٢ ٤ | ٢١٠      | ١٢٥ ٨٥         |
| T العقرب       | ١٦ ٩ ١٨  | ٢٢- ٢٩ ٠ |          | ١٢ ٧ >         |
| " R            | ١٦ ٩ ٥٤  | ٢٢- ٢٧ ٢ | ٦٤٨      | ١٤ ٩ >         |
| " S            | ١٦ ٩ ٥٦  | ٢٢- ٢٤ ٢ | ٢٦٤      | ١٢ ٩ >         |
| " U            | ١٦ ١٤ ٥٩ | ١٧- ٢٤ ٥ |          | ١٢٥ ٩٥         |
| U الجاني       | ١٦ ٢٠ ٢  | ١٩+ ١١ ٤ |          | ١٢ ٧           |
| " ٢٠           | ١٦ ٢٤ ٢٢ | ٤٢+ ١٠ ١ | ١٠٦      | ٦ ٥            |
| T الحاوي       | ١٦ ٢٦ ١٨ | ١٥- ٥١ ٢ |          | ١٢ ١٠٥ >       |
| " S            | ١٦ ٢٦ ٤٧ | ١٦- ٥٢ ١ | ٢٢٩ ٢    | ١٢٥ ٩٢ >       |
| S الجاني       | ١٦ ٤٥ ٥٩ | ١٥+ ٩ ٧  | ٢٠٢      | ١٢٥ ٧٥         |
| جديد الحاوي    | ١٦ ٥٢ ١٢ | ١٢- ٤١ ٤ |          | ١٢٥ ٤٥ >       |
| " R            | ١٧ ٠ ١٨  | ١٥- ٥٥ ٠ | ٢٠٤ ٦    | ١٢٥ ٨ >        |
| α الجاني       | ١٧ ٨ ٤٢  | ١٤+ ٢٢ ٤ | ٨٨٥      | ٢٢٩ ٢١         |
| جديد الحاوي    | ١٧ ٢٢ ٥١ | ٢١- ٢٢ ١ |          |                |
| T الجاني       | ١٨ ٤ ١١  | ٢١+ ٠ ٢  | ١٦٤ ٧    | ١٢ ٧٢٩ >       |
| T الشجاع       | ١٨ ٢٢ ٢٨ | ٦+ ١٢ ٠  | ٢١٠      | ١٠٥ > ١٤       |
| R ترس سويسكي   | ١٨ ٤٠ ٢٢ | ٥- ٥٠ ٥  | ٧١ ٧٥    | ٩ ٥            |
| β الشلياق      | ١٨ ٤٥ ١٧ | ٢٢+ ١٢ ٧ | ١٢٩ ٠ ٦  | ٢٥ ٢٥ ٤٥       |
| R (١٢) الشلياق | ١٨ ٥١ ٢٢ | ٤٢+ ٤٦ ٦ | ٤٦       | ٤٦ ٤٢          |
| R النسر        | ١٩ ٠ ٧   | ٨+ ٢ ١   | ٢٥١ ٥    | ٦٥             |
| T الراعي       | ١٩ ٨ ٤٢  | ١٧- ١١ ٠ |          | ٨٥ > ١٢        |
| " R            | ١٩ ٩ ٤   | ١٩- ٢٢ ٠ | ٤٦٥      | ٨ > ١٢         |
| " S            | ١٩ ١١ ٤٩ | ١٩- ١٥ ٦ |          | ١٠٥            |
| R الدجاجة      | ١٩ ٢٢ ٢٠ | ٤٩+ ٥٤ ٥ | ٤١٦ ٧٢   | ٨ > ١٤         |



| اسم النجم      | ص م ١٨٧٠ | ميل ١٨٧٠    | مئة اباما | من قدر الى قدر |
|----------------|----------|-------------|-----------|----------------|
| * الثعلب       | ١٩ ٤٣ ١٤ | ٢٦+ ٥٩ ٨    |           |                |
| " S            | ١٩ ٤٣ ٤  | ٢٦+ ٥٧ ٩ ٦٧ | ٨ ٨ ٩     |                |
| X الدجاجة      | ١٩ ٤٥ ٢٤ | ٢٢+ ٢٥ ٢ ٢٠ | ٦ ٠ ٤٠    | ١٢ >           |
| " النسر        | ١٩ ٤٥ ٥١ | ٠+ ٤٠ ٤ ٧   | ٦ ٢ ٧     | ٤٤ ٢           |
| S الدجاجة      | ٢٠ ٢ ٤٧  | ٥٧+ ٢٦ ٧ ٢٢ | ٤ ٩ ٢٢    | ١٢ >           |
| R الجدي        | ٢٠ ٤ ١   | ١٤- ٢٩ ٢    | ٥ ٩ ١٢    |                |
| S النسر        | ٢٠ ٥ ٢٩  | ١٥+ ١٤ ٢ ١٢ | ٩ ٨ ١١    |                |
| R السم         | ٢٠ ٨ ٨   | ١٦+ ٢٠ ٠ ٧  | ٨ ٢ ١٠    |                |
| R الدلن        | ٢٠ ٨ ٢٩  | ٨+ ٤١ ٤     | ٩ ١ ١٢    |                |
| P (٢٤) الدجاجة | ٢٠ ١٢ ٠  | ٢٧+ ٢٧ ٨ ٢٧ | ١٨+ سنة ٢ | ٦ >            |
| R (٢٤) فيناوس  | ٢٠ ٢٢ ٤١ | ٨٨+ ٤٤ ٠ ٤٤ | ٧٣+ سنة ٥ | ١١             |
| S الدلن        | ٢٠ ٢٧ ٥  | ١٦+ ٢٧ ٤ ٢٧ | ٨ ٢ ٢٨    | ١٢ ٥           |
| " T            | ٢٠ ٢٩ ٢٠ | ١٥+ ٥٥ ٧ ١٥ | ٦ ٨ ١٢    |                |
| U الجدي        | ٢٠ ٤٠ ٥٤ | ١٥+ ١٥ ٦ ١٥ | ٤ ١١ ١٢   | ١٢ ٥ >         |
| T الدلو        | ٢٠ ٤٣ ٦  | ٥- ٢٧ ٦ ٢٧  | ٨ ٧ ٠     |                |
| R الثعلب       | ٢٠ ٥٨ ٢٦ | ٢٢+ ١٨ ٤ ١٨ | ٦ ٦ ١٢    | ١٢ ٥           |
| T الجدي        | ٢١ ١٤ ٥٠ | ١٥- ٤٢ ٦ ٤٢ | ٩ ٢ ٢٧    | ١٤ >           |
| S فيناوس       | ٢١ ٢٦ ٤٧ | ٧٨+ ٢ ٢ ٢٢  | ٩ ٨ ١١    |                |
| " μ            | ٢١ ٢٩ ٢١ | ٥٨+ ١١ ١ ١١ | ٥ ٦ ٦ ٦   | ٤ ٦            |
| T الفرس        | ٢٢ ٢ ٢٢  | ١١+ ٥٤ ٢ ٥٤ | ١٠ ١ ١٢   |                |
| الدلو          | ٢٢ ٢٢ ٢١ | ١٠- ٢٦ ٠ ٢٦ | ٤ ٨ ٧     |                |
| فيناوس         | ٢٢ ٢٤ ٢١ | ٥٧+ ٤٥ ٠ ٤٥ | ٦ ٧ ٢     | ٤ ٨            |
| S الدلو        | ٢٢ ٥٠ ٨  | ٢١- ٢ ١ ٢١  | ٢ ٨ ٢٧    | ١١ >           |
| β الفرس        | ٢٢ ٥٧ ٢٨ | ٢٧+ ٢٢ ٧ ٢٢ | ٢ ٤ ٤ ٤   | ٢ ٢ ٥          |
| " R            | ٢٢ ٠ ٧   | ٩+ ٥ ٦ ٥    | ٨ ٥ ٥٧    | ١٢ ٥ ١         |
| R الدلو        | ٢٢ ٢٧ ٥  | ١٦- ٢ ٠ ٢   | ٤ ٥ ٤ ٥   | ١٠ >           |

اسم النجم ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠ مئة اياماً من قدر الى قدر  
 R ذات الكرسي ٢٣ ٥١ ٤٩ + ٢٩ ٩ ٥٠ ٤٣٤ ٨١ ٦ ١٤ >

### فائة نجوم مثلثة ومربعة ومخمسية ومتعددة

| اسم النجم       | ص م ١٨٧٠ | ميل ١٨٧٠  | افتار      | بعد بينها |
|-----------------|----------|-----------|------------|-----------|
| ذات الكرسي      | ١٦ ٤٧    | ٦٧ + ٢٦ ٩ | ١١ ٩ ٤ ١   | ٢ ٢٢      |
| المرأة المسلسلة | ٥٥ ٥٥ ١  | ٤١ + ٤٢ ٤ | ٦ ٥ ١ ٢ ١  | ١٠ ٤ ٥    |
| ٢٧٦٠ الحماة     | ٦ ٢١ ٥   | ٢٧ ٨ ٢٥ - | ١١ ٧ ١ ٧   | ٢٠ ٧ ٢    |
| ١١ وحيد القرن   | ٢١ ٢٢ ٦  | ٥٧ ٦ -    | ٨ ٧ ٦ ١    | ٩ ٦ ٧ ٢   |
| ١٢ اللنكس       | ٤٤ ٢٤ ٦  | ٢٤ ٢ ٥٩ + | ٧ ٦ ١ ٧ ١  | ٨ ٧ ١ ٧   |
| ٢٩٢٨ السفينة    | ٤٨ ٠ ٧   | ٢٥ ٢ ٢٤ - | ١٠ ٨ ١ ٦ ١ | ٢٧ ٥ ٥    |
| ٥ السرطان       | ٤٥ ٤ ٨   | ٢ ٤ ١٨ +  | ٧ ٧ ١ ٧ ٦  | ٥ ٤ ٠ ٧   |
| ٧ السفينة       | ٢١ ٥ ٨   | ٥٦ ٢ ٤٦ - | ٨ ٦ ١ ٢    | ٦٢ ٤١     |
| ٢٨٢٧ باباك      | ٢٢ ٢٠ ٨  | ٥ ٢ ٧١ -  | ٧ ٦ ١ ٦    | ٦٥ ٧      |
| * السفينة       | ٥٨ ٢٤ ٨  | ٢٩ ٧ ٤٧ - | ١١ ٩ ٦     | ٢٠ ٤ ٤    |
| ١٦٠٤ الكاس      | ٢٧ ٢ ١٢  | ٦ ٧ ١١ -  | ٨ ٩ ٧      |           |
| ٧ فطوروس        | ٢٠ ١٢ ١٤ | ٥١ ٨ ٥٧ - | ١١ ٨ ٥ ١   | ٢٥ ٩ ٦    |
| ١٥ الميزان      | ١٢ ٥٧ ١٥ | ٠ ٨ ١١ -  | ٧ ٥ ٤ ١ ٦  | ٧ ٢ ١ ٤   |
| ٢٧٩١ سوث الراعي | ٢١ ٥٤ ١٧ | ٢ ٠ ٢٣ -  | ٨ ١١ ٧     | ١٥ ٥      |

### نجوم مربعة

|          |           |            |              |
|----------|-----------|------------|--------------|
| ٢٢ ٤٩ ٦  | ١٤ ٥ ٢٠ - | ٦ ٩ ١ ١    | ١٢٥ ٥٢ ٤٥ ١٠ |
| ١٥ ٤٥ ١٨ | ١٢ ٧ ٢٢ + | ٨ ٥ ١ ٨ ١  | ٧١ ٦٠ ٤٦ ٩   |
| ٥٥ ١٥ ١٩ | ٢٢ ٧ ١٨ - | ٨ ٨ ٨ ٨    | ٢٥ ٢٠ ١٨ ١٢  |
| ٠ ٢٥ ٢٠  | ٤٩ ٥ ١٠ + | ٨ ٧ ١ ٦ ٩  | ٠ ٧ ٢٠ ١٤    |
| ٦ ٢٠ ٢٢  | ٥٧ ٧ ٢٨ + | ٦ ٦ ١ ١ ١١ | ٨٢ ٢٢ ١٠     |

### نجوم خمسية

|         |           |           |
|---------|-----------|-----------|
| ٤٤ ٢٢ ٥ | ١٧ - ٥٨ ٦ | ٨ ٨ ٨ ٧ ٧ |
|---------|-----------|-----------|

٢٧٨٠ الارنب

اسم النجم ص م ١٨٧٠ ميل ١٨٧٠ اقلار بعد بينها  
نجوم متعددة

|     |     |    |    |                 |    |    |                 |    |                 |     |    |     |     |    |        |        |
|-----|-----|----|----|-----------------|----|----|-----------------|----|-----------------|-----|----|-----|-----|----|--------|--------|
| ٢١١ | ٤٢  | ١٢ | ١٢ | ٨ $\frac{1}{2}$ | ٧  | ٨  | ١١              | ٤  | ٤٠              | ٥   | ٢- | ٢٣  | ٢٣  | ٥  | الجبار |        |
| ١٢٠ | ١٠٠ | ٦٠ | ٩٠ | ٥               | ١٢ | ١٤ | ١٢              | ٥  | ٢               | ٢   | ٢٣ | ٧   | ٦٢- | ٢٣ | ١٩     | الصلب  |
|     |     |    |    | ١٢              | ١١ | ١٢ | ٥ $\frac{1}{2}$ | ٥  | ٦ $\frac{1}{2}$ | ٥   | ٢٣ | ٢٩+ | .   | ٤٠ | ١٨     | الشياق |
| ٢٠٥ |     |    |    |                 |    | ٧  | ٢ $\frac{1}{2}$ | ١١ | ٤               | ١٥- | ٤٢ | ١٢  | ٢٠  |    |        | الجدي  |
|     |     |    |    |                 |    |    |                 | ٣٥ | ٥٨+             |     |    |     |     | ٥  | ١٥     | التين  |
|     |     |    |    |                 |    | ١٤ | ١٢              | ٨  |                 |     |    |     |     |    |        | النخ   |

٢٠٥ ٧ ٢ ١/٢ ١١ ٤ ١٥ ٤٢ ١٢ ٢٠ ٢٥ ٥٨ + ٥ ١٥

المجدول الثاني لتحويل  
س د ث الى

المجدول الاول لتحويل  
س د ث الى

| س   | د   | ث   | س   | د   | ث   | س   | د   | ث   | س    | د    | ث    | س    | د    | ث    | س    | د    | ث    |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ١   | ٢   | ٣   | ٤   | ٥   | ٦   | ٧   | ٨   | ٩   | ١٠   | ١١   | ١٢   | ١٣   | ١٤   | ١٥   | ١٦   | ١٧   | ١٨   |
| ١٩  | ٢٠  | ٢١  | ٢٢  | ٢٣  | ٢٤  | ٢٥  | ٢٦  | ٢٧  | ٢٨   | ٢٩   | ٣٠   | ٣١   | ٣٢   | ٣٣   | ٣٤   | ٣٥   | ٣٦   |
| ٣٧  | ٣٨  | ٣٩  | ٤٠  | ٤١  | ٤٢  | ٤٣  | ٤٤  | ٤٥  | ٤٦   | ٤٧   | ٤٨   | ٤٩   | ٥٠   | ٥١   | ٥٢   | ٥٣   | ٥٤   |
| ٥٥  | ٥٦  | ٥٧  | ٥٨  | ٥٩  | ٦٠  | ٦١  | ٦٢  | ٦٣  | ٦٤   | ٦٥   | ٦٦   | ٦٧   | ٦٨   | ٦٩   | ٧٠   | ٧١   | ٧٢   |
| ٧٣  | ٧٤  | ٧٥  | ٧٦  | ٧٧  | ٧٨  | ٧٩  | ٨٠  | ٨١  | ٨٢   | ٨٣   | ٨٤   | ٨٥   | ٨٦   | ٨٧   | ٨٨   | ٨٩   | ٩٠   |
| ٩١  | ٩٢  | ٩٣  | ٩٤  | ٩٥  | ٩٦  | ٩٧  | ٩٨  | ٩٩  | ١٠٠  | ١٠١  | ١٠٢  | ١٠٣  | ١٠٤  | ١٠٥  | ١٠٦  | ١٠٧  | ١٠٨  |
| ١٠٩ | ١١٠ | ١١١ | ١١٢ | ١١٣ | ١١٤ | ١١٥ | ١١٦ | ١١٧ | ١١٨  | ١١٩  | ١٢٠  | ١٢١  | ١٢٢  | ١٢٣  | ١٢٤  | ١٢٥  | ١٢٦  |
| ١٢٧ | ١٢٨ | ١٢٩ | ١٣٠ | ١٣١ | ١٣٢ | ١٣٣ | ١٣٤ | ١٣٥ | ١٣٦  | ١٣٧  | ١٣٨  | ١٣٩  | ١٤٠  | ١٤١  | ١٤٢  | ١٤٣  | ١٤٤  |
| ١٤٥ | ١٤٦ | ١٤٧ | ١٤٨ | ١٤٩ | ١٥٠ | ١٥١ | ١٥٢ | ١٥٣ | ١٥٤  | ١٥٥  | ١٥٦  | ١٥٧  | ١٥٨  | ١٥٩  | ١٦٠  | ١٦١  | ١٦٢  |
| ١٦٣ | ١٦٤ | ١٦٥ | ١٦٦ | ١٦٧ | ١٦٨ | ١٦٩ | ١٧٠ | ١٧١ | ١٧٢  | ١٧٣  | ١٧٤  | ١٧٥  | ١٧٦  | ١٧٧  | ١٧٨  | ١٧٩  | ١٨٠  |
| ١٨١ | ١٨٢ | ١٨٣ | ١٨٤ | ١٨٥ | ١٨٦ | ١٨٧ | ١٨٨ | ١٨٩ | ١٩٠  | ١٩١  | ١٩٢  | ١٩٣  | ١٩٤  | ١٩٥  | ١٩٦  | ١٩٧  | ١٩٨  |
| ١٩٩ | ٢٠٠ | ٢٠١ | ٢٠٢ | ٢٠٣ | ٢٠٤ | ٢٠٥ | ٢٠٦ | ٢٠٧ | ٢٠٨  | ٢٠٩  | ٢١٠  | ٢١١  | ٢١٢  | ٢١٣  | ٢١٤  | ٢١٥  | ٢١٦  |
| ٢١٧ | ٢١٨ | ٢١٩ | ٢٢٠ | ٢٢١ | ٢٢٢ | ٢٢٣ | ٢٢٤ | ٢٢٥ | ٢٢٦  | ٢٢٧  | ٢٢٨  | ٢٢٩  | ٢٣٠  | ٢٣١  | ٢٣٢  | ٢٣٣  | ٢٣٤  |
| ٢٣٥ | ٢٣٦ | ٢٣٧ | ٢٣٨ | ٢٣٩ | ٢٤٠ | ٢٤١ | ٢٤٢ | ٢٤٣ | ٢٤٤  | ٢٤٥  | ٢٤٦  | ٢٤٧  | ٢٤٨  | ٢٤٩  | ٢٥٠  | ٢٥١  | ٢٥٢  |
| ٢٥٣ | ٢٥٤ | ٢٥٥ | ٢٥٦ | ٢٥٧ | ٢٥٨ | ٢٥٩ | ٢٦٠ | ٢٦١ | ٢٦٢  | ٢٦٣  | ٢٦٤  | ٢٦٥  | ٢٦٦  | ٢٦٧  | ٢٦٨  | ٢٦٩  | ٢٧٠  |
| ٢٧١ | ٢٧٢ | ٢٧٣ | ٢٧٤ | ٢٧٥ | ٢٧٦ | ٢٧٧ | ٢٧٨ | ٢٧٩ | ٢٨٠  | ٢٨١  | ٢٨٢  | ٢٨٣  | ٢٨٤  | ٢٨٥  | ٢٨٦  | ٢٨٧  | ٢٨٨  |
| ٢٨٩ | ٢٩٠ | ٢٩١ | ٢٩٢ | ٢٩٣ | ٢٩٤ | ٢٩٥ | ٢٩٦ | ٢٩٧ | ٢٩٨  | ٢٩٩  | ٣٠٠  | ٣٠١  | ٣٠٢  | ٣٠٣  | ٣٠٤  | ٣٠٥  | ٣٠٦  |
| ٣٠٧ | ٣٠٨ | ٣٠٩ | ٣١٠ | ٣١١ | ٣١٢ | ٣١٣ | ٣١٤ | ٣١٥ | ٣١٦  | ٣١٧  | ٣١٨  | ٣١٩  | ٣٢٠  | ٣٢١  | ٣٢٢  | ٣٢٣  | ٣٢٤  |
| ٣٢٥ | ٣٢٦ | ٣٢٧ | ٣٢٨ | ٣٢٩ | ٣٣٠ | ٣٣١ | ٣٣٢ | ٣٣٣ | ٣٣٤  | ٣٣٥  | ٣٣٦  | ٣٣٧  | ٣٣٨  | ٣٣٩  | ٣٤٠  | ٣٤١  | ٣٤٢  |
| ٣٤٣ | ٣٤٤ | ٣٤٥ | ٣٤٦ | ٣٤٧ | ٣٤٨ | ٣٤٩ | ٣٥٠ | ٣٥١ | ٣٥٢  | ٣٥٣  | ٣٥٤  | ٣٥٥  | ٣٥٦  | ٣٥٧  | ٣٥٨  | ٣٥٩  | ٣٦٠  |
| ٣٦١ | ٣٦٢ | ٣٦٣ | ٣٦٤ | ٣٦٥ | ٣٦٦ | ٣٦٧ | ٣٦٨ | ٣٦٩ | ٣٧٠  | ٣٧١  | ٣٧٢  | ٣٧٣  | ٣٧٤  | ٣٧٥  | ٣٧٦  | ٣٧٧  | ٣٧٨  |
| ٣٧٩ | ٣٨٠ | ٣٨١ | ٣٨٢ | ٣٨٣ | ٣٨٤ | ٣٨٥ | ٣٨٦ | ٣٨٧ | ٣٨٨  | ٣٨٩  | ٣٩٠  | ٣٩١  | ٣٩٢  | ٣٩٣  | ٣٩٤  | ٣٩٥  | ٣٩٦  |
| ٣٩٧ | ٣٩٨ | ٣٩٩ | ٤٠٠ | ٤٠١ | ٤٠٢ | ٤٠٣ | ٤٠٤ | ٤٠٥ | ٤٠٦  | ٤٠٧  | ٤٠٨  | ٤٠٩  | ٤١٠  | ٤١١  | ٤١٢  | ٤١٣  | ٤١٤  |
| ٤١٥ | ٤١٦ | ٤١٧ | ٤١٨ | ٤١٩ | ٤٢٠ | ٤٢١ | ٤٢٢ | ٤٢٣ | ٤٢٤  | ٤٢٥  | ٤٢٦  | ٤٢٧  | ٤٢٨  | ٤٢٩  | ٤٣٠  | ٤٣١  | ٤٣٢  |
| ٤٣٣ | ٤٣٤ | ٤٣٥ | ٤٣٦ | ٤٣٧ | ٤٣٨ | ٤٣٩ | ٤٤٠ | ٤٤١ | ٤٤٢  | ٤٤٣  | ٤٤٤  | ٤٤٥  | ٤٤٦  | ٤٤٧  | ٤٤٨  | ٤٤٩  | ٤٥٠  |
| ٤٥١ | ٤٥٢ | ٤٥٣ | ٤٥٤ | ٤٥٥ | ٤٥٦ | ٤٥٧ | ٤٥٨ | ٤٥٩ | ٤٦٠  | ٤٦١  | ٤٦٢  | ٤٦٣  | ٤٦٤  | ٤٦٥  | ٤٦٦  | ٤٦٧  | ٤٦٨  |
| ٤٦٩ | ٤٧٠ | ٤٧١ | ٤٧٢ | ٤٧٣ | ٤٧٤ | ٤٧٥ | ٤٧٦ | ٤٧٧ | ٤٧٨  | ٤٧٩  | ٤٨٠  | ٤٨١  | ٤٨٢  | ٤٨٣  | ٤٨٤  | ٤٨٥  | ٤٨٦  |
| ٤٨٧ | ٤٨٨ | ٤٨٩ | ٤٩٠ | ٤٩١ | ٤٩٢ | ٤٩٣ | ٤٩٤ | ٤٩٥ | ٤٩٦  | ٤٩٧  | ٤٩٨  | ٤٩٩  | ٥٠٠  | ٥٠١  | ٥٠٢  | ٥٠٣  | ٥٠٤  |
| ٥٠٥ | ٥٠٦ | ٥٠٧ | ٥٠٨ | ٥٠٩ | ٥١٠ | ٥١١ | ٥١٢ | ٥١٣ | ٥١٤  | ٥١٥  | ٥١٦  | ٥١٧  | ٥١٨  | ٥١٩  | ٥٢٠  | ٥٢١  | ٥٢٢  |
| ٥٢٣ | ٥٢٤ | ٥٢٥ | ٥٢٦ | ٥٢٧ | ٥٢٨ | ٥٢٩ | ٥٣٠ | ٥٣١ | ٥٣٢  | ٥٣٣  | ٥٣٤  | ٥٣٥  | ٥٣٦  | ٥٣٧  | ٥٣٨  | ٥٣٩  | ٥٤٠  |
| ٥٤١ | ٥٤٢ | ٥٤٣ | ٥٤٤ | ٥٤٥ | ٥٤٦ | ٥٤٧ | ٥٤٨ | ٥٤٩ | ٥٥٠  | ٥٥١  | ٥٥٢  | ٥٥٣  | ٥٥٤  | ٥٥٥  | ٥٥٦  | ٥٥٧  | ٥٥٨  |
| ٥٥٩ | ٥٦٠ | ٥٦١ | ٥٦٢ | ٥٦٣ | ٥٦٤ | ٥٦٥ | ٥٦٦ | ٥٦٧ | ٥٦٨  | ٥٦٩  | ٥٧٠  | ٥٧١  | ٥٧٢  | ٥٧٣  | ٥٧٤  | ٥٧٥  | ٥٧٦  |
| ٥٧٧ | ٥٧٨ | ٥٧٩ | ٥٨٠ | ٥٨١ | ٥٨٢ | ٥٨٣ | ٥٨٤ | ٥٨٥ | ٥٨٦  | ٥٨٧  | ٥٨٨  | ٥٨٩  | ٥٩٠  | ٥٩١  | ٥٩٢  | ٥٩٣  | ٥٩٤  |
| ٥٩٥ | ٥٩٦ | ٥٩٧ | ٥٩٨ | ٥٩٩ | ٦٠٠ | ٦٠١ | ٦٠٢ | ٦٠٣ | ٦٠٤  | ٦٠٥  | ٦٠٦  | ٦٠٧  | ٦٠٨  | ٦٠٩  | ٦١٠  | ٦١١  | ٦١٢  |
| ٦١٣ | ٦١٤ | ٦١٥ | ٦١٦ | ٦١٧ | ٦١٨ | ٦١٩ | ٦٢٠ | ٦٢١ | ٦٢٢  | ٦٢٣  | ٦٢٤  | ٦٢٥  | ٦٢٦  | ٦٢٧  | ٦٢٨  | ٦٢٩  | ٦٣٠  |
| ٦٣١ | ٦٣٢ | ٦٣٣ | ٦٣٤ | ٦٣٥ | ٦٣٦ | ٦٣٧ | ٦٣٨ | ٦٣٩ | ٦٤٠  | ٦٤١  | ٦٤٢  | ٦٤٣  | ٦٤٤  | ٦٤٥  | ٦٤٦  | ٦٤٧  | ٦٤٨  |
| ٦٤٩ | ٦٥٠ | ٦٥١ | ٦٥٢ | ٦٥٣ | ٦٥٤ | ٦٥٥ | ٦٥٦ | ٦٥٧ | ٦٥٨  | ٦٥٩  | ٦٦٠  | ٦٦١  | ٦٦٢  | ٦٦٣  | ٦٦٤  | ٦٦٥  | ٦٦٦  |
| ٦٦٧ | ٦٦٨ | ٦٦٩ | ٦٧٠ | ٦٧١ | ٦٧٢ | ٦٧٣ | ٦٧٤ | ٦٧٥ | ٦٧٦  | ٦٧٧  | ٦٧٨  | ٦٧٩  | ٦٨٠  | ٦٨١  | ٦٨٢  | ٦٨٣  | ٦٨٤  |
| ٦٨٥ | ٦٨٦ | ٦٨٧ | ٦٨٨ | ٦٨٩ | ٦٩٠ | ٦٩١ | ٦٩٢ | ٦٩٣ | ٦٩٤  | ٦٩٥  | ٦٩٦  | ٦٩٧  | ٦٩٨  | ٦٩٩  | ٧٠٠  | ٧٠١  | ٧٠٢  |
| ٧٠٣ | ٧٠٤ | ٧٠٥ | ٧٠٦ | ٧٠٧ | ٧٠٨ | ٧٠٩ | ٧١٠ | ٧١١ | ٧١٢  | ٧١٣  | ٧١٤  | ٧١٥  | ٧١٦  | ٧١٧  | ٧١٨  | ٧١٩  | ٧٢٠  |
| ٧٢١ | ٧٢٢ | ٧٢٣ | ٧٢٤ | ٧٢٥ | ٧٢٦ | ٧٢٧ | ٧٢٨ | ٧٢٩ | ٧٣٠  | ٧٣١  | ٧٣٢  | ٧٣٣  | ٧٣٤  | ٧٣٥  | ٧٣٦  | ٧٣٧  | ٧٣٨  |
| ٧٣٩ | ٧٤٠ | ٧٤١ | ٧٤٢ | ٧٤٣ | ٧٤٤ | ٧٤٥ | ٧٤٦ | ٧٤٧ | ٧٤٨  | ٧٤٩  | ٧٥٠  | ٧٥١  | ٧٥٢  | ٧٥٣  | ٧٥٤  | ٧٥٥  | ٧٥٦  |
| ٧٥٧ | ٧٥٨ | ٧٥٩ | ٧٦٠ | ٧٦١ | ٧٦٢ | ٧٦٣ | ٧٦٤ | ٧٦٥ | ٧٦٦  | ٧٦٧  | ٧٦٨  | ٧٦٩  | ٧٧٠  | ٧٧١  | ٧٧٢  | ٧٧٣  | ٧٧٤  |
| ٧٧٥ | ٧٧٦ | ٧٧٧ | ٧٧٨ | ٧٧٩ | ٧٨٠ | ٧٨١ | ٧٨٢ | ٧٨٣ | ٧٨٤  | ٧٨٥  | ٧٨٦  | ٧٨٧  | ٧٨٨  | ٧٨٩  | ٧٩٠  | ٧٩١  | ٧٩٢  |
| ٧٩٣ | ٧٩٤ | ٧٩٥ | ٧٩٦ | ٧٩٧ | ٧٩٨ | ٧٩٩ | ٨٠٠ | ٨٠١ | ٨٠٢  | ٨٠٣  | ٨٠٤  | ٨٠٥  | ٨٠٦  | ٨٠٧  | ٨٠٨  | ٨٠٩  | ٨١٠  |
| ٨١١ | ٨١٢ | ٨١٣ | ٨١٤ | ٨١٥ | ٨١٦ | ٨١٧ | ٨١٨ | ٨١٩ | ٨٢٠  | ٨٢١  | ٨٢٢  | ٨٢٣  | ٨٢٤  | ٨٢٥  | ٨٢٦  | ٨٢٧  | ٨٢٨  |
| ٨٢٩ | ٨٣٠ | ٨٣١ | ٨٣٢ | ٨٣٣ | ٨٣٤ | ٨٣٥ | ٨٣٦ | ٨٣٧ | ٨٣٨  | ٨٣٩  | ٨٤٠  | ٨٤١  | ٨٤٢  | ٨٤٣  | ٨٤٤  | ٨٤٥  | ٨٤٦  |
| ٨٤٧ | ٨٤٨ | ٨٤٩ | ٨٥٠ | ٨٥١ | ٨٥٢ | ٨٥٣ | ٨٥٤ | ٨٥٥ | ٨٥٦  | ٨٥٧  | ٨٥٨  | ٨٥٩  | ٨٦٠  | ٨٦١  | ٨٦٢  | ٨٦٣  | ٨٦٤  |
| ٨٦٥ | ٨٦٦ | ٨٦٧ | ٨٦٨ | ٨٦٩ | ٨٧٠ | ٨٧١ | ٨٧٢ | ٨٧٣ | ٨٧٤  | ٨٧٥  | ٨٧٦  | ٨٧٧  | ٨٧٨  | ٨٧٩  | ٨٨٠  | ٨٨١  | ٨٨٢  |
| ٨٨٣ | ٨٨٤ | ٨٨٥ | ٨٨٦ | ٨٨٧ | ٨٨٨ | ٨٨٩ | ٨٩٠ | ٨٩١ | ٨٩٢  | ٨٩٣  | ٨٩٤  | ٨٩٥  | ٨٩٦  | ٨٩٧  | ٨٩٨  | ٨٩٩  | ٩٠٠  |
| ٩٠١ | ٩٠٢ | ٩٠٣ | ٩٠٤ | ٩٠٥ | ٩٠٦ | ٩٠٧ | ٩٠٨ | ٩٠٩ | ٩١٠  | ٩١١  | ٩١٢  | ٩١٣  | ٩١٤  | ٩١٥  | ٩١٦  | ٩١٧  | ٩١٨  |
| ٩١٩ | ٩٢٠ | ٩٢١ | ٩٢٢ | ٩٢٣ | ٩٢٤ | ٩٢٥ | ٩٢٦ | ٩٢٧ | ٩٢٨  | ٩٢٩  | ٩٣٠  | ٩٣١  | ٩٣٢  | ٩٣٣  | ٩٣٤  | ٩٣٥  | ٩٣٦  |
| ٩٣٧ | ٩٣٨ | ٩٣٩ | ٩٤٠ | ٩٤١ | ٩٤٢ | ٩٤٣ | ٩٤٤ | ٩٤٥ | ٩٤٦  | ٩٤٧  | ٩٤٨  | ٩٤٩  | ٩٥٠  | ٩٥١  | ٩٥٢  | ٩٥٣  | ٩٥٤  |
| ٩٥٥ | ٩٥٦ | ٩٥٧ | ٩٥٨ | ٩٥٩ | ٩٦٠ | ٩٦١ | ٩٦٢ | ٩٦٣ | ٩٦٤  | ٩٦٥  | ٩٦٦  | ٩٦٧  | ٩٦٨  | ٩٦٩  | ٩٧٠  | ٩٧١  | ٩٧٢  |
| ٩٧٣ | ٩٧٤ | ٩٧٥ | ٩٧٦ | ٩٧٧ | ٩٧٨ | ٩٧٩ | ٩٨٠ | ٩٨١ | ٩٨٢  | ٩٨٣  | ٩٨٤  | ٩٨٥  | ٩٨٦  | ٩٨٧  | ٩٨٨  | ٩٨٩  | ٩٩٠  |
| ٩٩١ | ٩٩٢ | ٩٩٣ | ٩٩٤ | ٩٩٥ | ٩٩٦ | ٩٩٧ | ٩٩٨ | ٩٩٩ | ١٠٠٠ | ١٠٠١ | ١٠٠٢ | ١٠٠٣ | ١٠٠٤ | ١٠٠٥ | ١٠٠٦ | ١٠٠٧ | ١٠٠٨ |



| وقت<br>اوسط | وقت<br>نجمي | وقت<br>اوسط | وقت<br>نجمي | وقت<br>اوسط | وقت<br>نجمي | وقت<br>اوسط | وقت<br>نجمي | وقت<br>اوسط | وقت<br>نجمي |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1           | 1.000000    | 1           | 1.000000    | 1           | 1.000000    | 1           | 1.000000    | 1           | 1.000000    |
| 2           | 1.000000    | 2           | 1.000000    | 2           | 1.000000    | 2           | 1.000000    | 2           | 1.000000    |
| 3           | 1.000000    | 3           | 1.000000    | 3           | 1.000000    | 3           | 1.000000    | 3           | 1.000000    |
| 4           | 1.000000    | 4           | 1.000000    | 4           | 1.000000    | 4           | 1.000000    | 4           | 1.000000    |
| 5           | 1.000000    | 5           | 1.000000    | 5           | 1.000000    | 5           | 1.000000    | 5           | 1.000000    |
| 6           | 1.000000    | 6           | 1.000000    | 6           | 1.000000    | 6           | 1.000000    | 6           | 1.000000    |
| 7           | 1.000000    | 7           | 1.000000    | 7           | 1.000000    | 7           | 1.000000    | 7           | 1.000000    |
| 8           | 1.000000    | 8           | 1.000000    | 8           | 1.000000    | 8           | 1.000000    | 8           | 1.000000    |
| 9           | 1.000000    | 9           | 1.000000    | 9           | 1.000000    | 9           | 1.000000    | 9           | 1.000000    |
| 10          | 1.000000    | 10          | 1.000000    | 10          | 1.000000    | 10          | 1.000000    | 10          | 1.000000    |
| 11          | 1.000000    | 11          | 1.000000    | 11          | 1.000000    | 11          | 1.000000    | 11          | 1.000000    |
| 12          | 1.000000    | 12          | 1.000000    | 12          | 1.000000    | 12          | 1.000000    | 12          | 1.000000    |
| 13          | 1.000000    | 13          | 1.000000    | 13          | 1.000000    | 13          | 1.000000    | 13          | 1.000000    |
| 14          | 1.000000    | 14          | 1.000000    | 14          | 1.000000    | 14          | 1.000000    | 14          | 1.000000    |
| 15          | 1.000000    | 15          | 1.000000    | 15          | 1.000000    | 15          | 1.000000    | 15          | 1.000000    |
| 16          | 1.000000    | 16          | 1.000000    | 16          | 1.000000    | 16          | 1.000000    | 16          | 1.000000    |
| 17          | 1.000000    | 17          | 1.000000    | 17          | 1.000000    | 17          | 1.000000    | 17          | 1.000000    |
| 18          | 1.000000    | 18          | 1.000000    | 18          | 1.000000    | 18          | 1.000000    | 18          | 1.000000    |
| 19          | 1.000000    | 19          | 1.000000    | 19          | 1.000000    | 19          | 1.000000    | 19          | 1.000000    |
| 20          | 1.000000    | 20          | 1.000000    | 20          | 1.000000    | 20          | 1.000000    | 20          | 1.000000    |
| 21          | 1.000000    | 21          | 1.000000    | 21          | 1.000000    | 21          | 1.000000    | 21          | 1.000000    |
| 22          | 1.000000    | 22          | 1.000000    | 22          | 1.000000    | 22          | 1.000000    | 22          | 1.000000    |
| 23          | 1.000000    | 23          | 1.000000    | 23          | 1.000000    | 23          | 1.000000    | 23          | 1.000000    |
| 24          | 1.000000    | 24          | 1.000000    | 24          | 1.000000    | 24          | 1.000000    | 24          | 1.000000    |



[illegible]



## المجدول الخامس

جدول انکسار مع انساب و فضلاء

[illegible]



جدول انكسار

٢٨٤

| نسب  | انكسار   | فضل | نسب  | انكسار    | فضل | نسب  | انكسار  | فضل | نسب  | انكسار  | فضل |
|------|----------|-----|------|-----------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|
| ١٩٦٧ | ٢٢.٦٠٢١  | ١٩  | ١٣٤٠ | ٢٢.٨٣٦١١  | ١١  | ١١٠٢ | ٢٢.٨٥٠٥ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٢٠٦٧ | ٢٢.٧٩٩٨  | ٢٠  | ١٣٧٤ | ٢٢.٨٤٩٥١  | ١٢  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٢١٦٧ | ٢٢.١٠٠٢٤ | ٢١  | ١٤١٠ | ٢٢.٨٦٣٢٥  | ١٣  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٢٢٦٧ | ٢٢.١١١١٢ | ٢٢  | ١٤٤٧ | ٢٢.٨٧٧٣٥  | ١٤  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٢٣٦٧ | ٢٢.١٢٢٨  | ٢٣  | ١٤٨٤ | ٢٢.٨٩١٨٢  | ١٥  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٢٤٦٧ | ٢٢.١٣٤٨٩ | ٢٤  | ١٥٢١ | ٢٢.٩٠٦٢٦  | ١٦  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٢٥٦٧ | ٢٢.١٤٧٧٩ | ٢٥  | ١٥٥٨ | ٢٢.٩٢١٨٩  | ١٧  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٢٦٦٧ | ٢٢.١٦١١٤ | ٢٦  | ١٥٩٥ | ٢٢.٩٣٧٥٤  | ١٨  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٢٧٦٧ | ٢٢.١٧٥٧٤ | ٢٧  | ١٦٣٢ | ٢٢.٩٥٣٢٢  | ١٩  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٢٨٦٧ | ٢٢.١٩٠٨٢ | ٢٨  | ١٦٦٩ | ٢٢.٩٦٨٩٧  | ٢٠  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٢٩٦٧ | ٢٢.٢٠٦٢٧ | ٢٩  | ١٧٠٦ | ٢٢.٩٨٤٧١  | ٢١  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٣٠٦٧ | ٢٢.٢٢٢٢٧ | ٣٠  | ١٧٤٣ | ٢٢.١٠٠٤٦٦ | ٢٢  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٣١٦٧ | ٢٢.٢٣٨٢٧ | ٣١  | ١٧٨٠ | ٢٢.١٠٦٢٧  | ٢٣  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٣٢٦٧ | ٢٢.٢٥٤٢٧ | ٣٢  | ١٨١٧ | ٢٢.١١٢٠٨  | ٢٤  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٣٣٦٧ | ٢٢.٢٧٠٢٧ | ٣٣  | ١٨٥٤ | ٢٢.١١٧٨٩  | ٢٥  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٣٤٦٧ | ٢٢.٢٨٦٢٧ | ٣٤  | ١٨٩١ | ٢٢.١٢٣٧٠  | ٢٦  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٣٥٦٧ | ٢٢.٣٠٢٢٧ | ٣٥  | ١٩٢٨ | ٢٢.١٢٩٥١  | ٢٧  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٣٦٦٧ | ٢٢.٣١٨٢٧ | ٣٦  | ١٩٦٥ | ٢٢.١٣٥٣٢  | ٢٨  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٣٧٦٧ | ٢٢.٣٣٤٢٧ | ٣٧  | ٢٠٠٢ | ٢٢.١٤١١٣  | ٢٩  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٣٨٦٧ | ٢٢.٣٥٠٢٧ | ٣٨  | ٢٠٣٩ | ٢٢.١٤٦٩٤  | ٣٠  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٣٩٦٧ | ٢٢.٣٦٦٢٧ | ٣٩  | ٢٠٧٦ | ٢٢.١٥٢٧٥  | ٣١  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٤٠٦٧ | ٢٢.٣٨٢٢٧ | ٤٠  | ٢١١٣ | ٢٢.١٥٨٥٦  | ٣٢  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٤١٦٧ | ٢٢.٣٩٨٢٧ | ٤١  | ٢١٥٠ | ٢٢.١٦٤٣٧  | ٣٣  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٤٢٦٧ | ٢٢.٤١٤٢٧ | ٤٢  | ٢١٨٧ | ٢٢.١٧٠١٨  | ٣٤  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٤٣٦٧ | ٢٢.٤٣٠٢٧ | ٤٣  | ٢٢٢٤ | ٢٢.١٧٥٩٩  | ٣٥  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٤٤٦٧ | ٢٢.٤٤٦٢٧ | ٤٤  | ٢٢٦١ | ٢٢.١٨١٨٠  | ٣٦  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٤٥٦٧ | ٢٢.٤٦٢٢٧ | ٤٥  | ٢٢٩٨ | ٢٢.١٨٧٦١  | ٣٧  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٤٦٦٧ | ٢٢.٤٧٨٢٧ | ٤٦  | ٢٣٣٥ | ٢٢.١٩٣٤٢  | ٣٨  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٤٧٦٧ | ٢٢.٤٩٤٢٧ | ٤٧  | ٢٣٧٢ | ٢٢.١٩٩٢٣  | ٣٩  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٤٨٦٧ | ٢٢.٥١٠٢٧ | ٤٨  | ٢٤٠٩ | ٢٢.٢٠٥٠٤  | ٤٠  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٤٩٦٧ | ٢٢.٥٢٦٢٧ | ٤٩  | ٢٤٤٦ | ٢٢.٢١٠٨٥  | ٤١  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٥٠٦٧ | ٢٢.٥٤٢٢٧ | ٥٠  | ٢٤٨٣ | ٢٢.٢١٦٦٦  | ٤٢  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٥١٦٧ | ٢٢.٥٥٨٢٧ | ٥١  | ٢٥٢٠ | ٢٢.٢٢٢٤٧  | ٤٣  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٥٢٦٧ | ٢٢.٥٧٤٢٧ | ٥٢  | ٢٥٥٧ | ٢٢.٢٢٨٢٨  | ٤٤  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٥٣٦٧ | ٢٢.٥٩٠٢٧ | ٥٣  | ٢٥٩٤ | ٢٢.٢٣٤٠٩  | ٤٥  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٥٤٦٧ | ٢٢.٦٠٦٢٧ | ٥٤  | ٢٦٣١ | ٢٢.٢٣٩٩٠  | ٤٦  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٥٥٦٧ | ٢٢.٦٢٢٢٧ | ٥٥  | ٢٦٦٨ | ٢٢.٢٤٥٧١  | ٤٧  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٥٦٦٧ | ٢٢.٦٣٨٢٧ | ٥٦  | ٢٧٠٥ | ٢٢.٢٥١٥٢  | ٤٨  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٥٧٦٧ | ٢٢.٦٥٤٢٧ | ٥٧  | ٢٧٤٢ | ٢٢.٢٥٧٣٣  | ٤٩  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٥٨٦٧ | ٢٢.٦٧٠٢٧ | ٥٨  | ٢٧٧٩ | ٢٢.٢٦٣١٤  | ٥٠  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٥٩٦٧ | ٢٢.٦٨٦٢٧ | ٥٩  | ٢٨١٦ | ٢٢.٢٦٨٩٥  | ٥١  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٦٠٦٧ | ٢٢.٧٠٢٢٧ | ٦٠  | ٢٨٥٣ | ٢٢.٢٧٤٧٦  | ٥٢  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٦١٦٧ | ٢٢.٧١٨٢٧ | ٦١  | ٢٨٩٠ | ٢٢.٢٨٠٥٧  | ٥٣  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٦٢٦٧ | ٢٢.٧٣٤٢٧ | ٦٢  | ٢٩٢٧ | ٢٢.٢٨٦٣٨  | ٥٤  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٦٣٦٧ | ٢٢.٧٥٠٢٧ | ٦٣  | ٢٩٦٤ | ٢٢.٢٩٢١٩  | ٥٥  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٦٤٦٧ | ٢٢.٧٦٦٢٧ | ٦٤  | ٣٠٠١ | ٢٢.٢٩٨٠٠  | ٥٦  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٦٥٦٧ | ٢٢.٧٨٢٢٧ | ٦٥  | ٣٠٣٨ | ٢٢.٣٠٣٨١  | ٥٧  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٦٦٦٧ | ٢٢.٧٩٨٢٧ | ٦٦  | ٣٠٧٥ | ٢٢.٣٠٩٦٢  | ٥٨  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٦٧٦٧ | ٢٢.٨١٤٢٧ | ٦٧  | ٣١١٢ | ٢٢.٣١٥٤٣  | ٥٩  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٦٨٦٧ | ٢٢.٨٣٠٢٧ | ٦٨  | ٣١٤٩ | ٢٢.٣٢١٢٤  | ٦٠  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٦٩٦٧ | ٢٢.٨٤٦٢٧ | ٦٩  | ٣١٨٦ | ٢٢.٣٢٧٠٥  | ٦١  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٧٠٦٧ | ٢٢.٨٦٢٢٧ | ٧٠  | ٣٢٢٣ | ٢٢.٣٣٢٨٦  | ٦٢  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٧١٦٧ | ٢٢.٨٧٨٢٧ | ٧١  | ٣٢٦٠ | ٢٢.٣٣٨٦٧  | ٦٣  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٧٢٦٧ | ٢٢.٨٩٤٢٧ | ٧٢  | ٣٢٩٧ | ٢٢.٣٤٤٤٨  | ٦٤  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٧٣٦٧ | ٢٢.٩١٠٢٧ | ٧٣  | ٣٣٣٤ | ٢٢.٣٥٠٢٩  | ٦٥  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٧٤٦٧ | ٢٢.٩٢٦٢٧ | ٧٤  | ٣٣٧١ | ٢٢.٣٥٦١٠  | ٦٦  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٧٥٦٧ | ٢٢.٩٤٢٢٧ | ٧٥  | ٣٤٠٨ | ٢٢.٣٦١٩١  | ٦٧  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٧٦٦٧ | ٢٢.٩٥٨٢٧ | ٧٦  | ٣٤٤٥ | ٢٢.٣٦٧٧٢  | ٦٨  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٧٧٦٧ | ٢٢.٩٧٤٢٧ | ٧٧  | ٣٤٨٢ | ٢٢.٣٧٣٥٣  | ٦٩  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٧٨٦٧ | ٢٢.٩٩٠٢٧ | ٧٨  | ٣٥١٩ | ٢٢.٣٧٩٣٤  | ٧٠  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٧٩٦٧ | ٢٢.١٠٠٢٧ | ٧٩  | ٣٥٥٦ | ٢٢.٣٨٥١٥  | ٧١  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٨٠٦٧ | ٢٢.١١٦٢٧ | ٨٠  | ٣٥٩٣ | ٢٢.٣٩٠٩٦  | ٧٢  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٨١٦٧ | ٢٢.١٣٢٢٧ | ٨١  | ٣٦٣٠ | ٢٢.٣٩٦٧٧  | ٧٣  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٨٢٦٧ | ٢٢.١٤٨٢٧ | ٨٢  | ٣٦٦٧ | ٢٢.٤٠٢٥٨  | ٧٤  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٨٣٦٧ | ٢٢.١٦٤٢٧ | ٨٣  | ٣٧٠٤ | ٢٢.٤٠٨٣٩  | ٧٥  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٨٤٦٧ | ٢٢.١٨٠٢٧ | ٨٤  | ٣٧٤١ | ٢٢.٤١٤٢٠  | ٧٦  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٨٥٦٧ | ٢٢.١٩٦٢٧ | ٨٥  | ٣٧٧٨ | ٢٢.٤٢٠٠١  | ٧٧  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٨٦٦٧ | ٢٢.٢١٢٢٧ | ٨٦  | ٣٨١٥ | ٢٢.٤٢٥٨٢  | ٧٨  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٨٧٦٧ | ٢٢.٢٢٨٢٧ | ٨٧  | ٣٨٥٢ | ٢٢.٤٣١٦٣  | ٧٩  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٨٨٦٧ | ٢٢.٢٤٤٢٧ | ٨٨  | ٣٨٨٩ | ٢٢.٤٣٧٤٤  | ٨٠  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٨٩٦٧ | ٢٢.٢٦٠٢٧ | ٨٩  | ٣٩٢٦ | ٢٢.٤٤٣٢٥  | ٨١  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٩٠٦٧ | ٢٢.٢٧٦٢٧ | ٩٠  | ٣٩٦٣ | ٢٢.٤٤٩٠٦  | ٨٢  | ١١٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ١٠  | ١٠٠٧ | ٢٢.٨٧٠٨ | ٨   |
| ٩١٦٧ | ٢٢.٢٩٢٢٧ | ٩١  | ٤٠٠٠ | ٢٢.٤٥٤٨٧  |     |      |         |     |      |         |     |

## المجدول السابع

لإصلاح الانكسار بالترب من الافق لاختلاف البارومتر والترمومتر

| بارومتر B | ترمومتر T | بعد سنتي | بارومتر B | ترمومتر T | بعد سنتي |
|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| + ٠.٥١    | - ٠.٢١٧   | ٨٦' ٣٠   | .         | - ٠.٠٠٩   | ٧٥' ٠٠   |
| ٠.٥٦      | ٠.٢٤٥     | ٤٠       | .         | ٠.٠١٢     | ٧٦       |
| ٠.٦٣      | ٠.٢٧٦     | ٥٠       | .         | ٠.٠١٥     | ٧٧       |
| ٠.٦٨      | ٠.٤١٠     | ٨٧ ٠٠    | .         | ٠.٠١٨     | ٧٨       |
| ٠.٧٥      | ٠.٤٤٨     | ١٠       | .         | ٠.٠٢٣     | ٧٩       |
| ٠.٨٢      | ٠.٤٩٠     | ٢٠       | + ٠.٠٠٤   | ٠.٠٢٠     | ٨٠       |
| ٠.٩١      | ٠.٥٣٨     | ٣٠       | ٠.٠٠٥     | ٠.٠٤٠     | ٨١       |
| ١.٠١      | ٠.٥٩٣     | ٤٠       | ٠.٠٠٧     | ٠.٠٤٦     | ٨١ ٣٠    |
| ١.١٣      | ٠.٦٥٤     | ٥٠       | ٠.٠٠٨     | ٠.٠٥٣     | ٨٢ ٠٠    |
| ١.٢٦      | ٠.٧٢٢     | ٨٨ ٠٠    | ٠.٠١٠     | ٠.٠٦٣     | ٨٢ ٣٠    |
| ١.٤١      | ٠.٧٩٩     | ١٠       | ٠.٠١١     | ٠.٠٧٤     | ٨٣ ٠٠    |
| ١.٥٩      | ٠.٨٨٧     | ٢٠       | ٠.٠١٣     | ٠.٠٨٩     | ٨٣ ٣٠    |
| ١.٧٩      | ٠.٩٨٧     | ٣٠       | ٠.٠١٦     | ٠.١٠٧     | ٨٤ ٠٠    |
| ٢.٠٢      | ١.١٠١     | ٤٠       | ٠.٠٢٠     | ٠.١٣٠     | ٨٤ ٣٠    |
| ٢.٢٩      | ١.٢٣١     | ٥٠       | ٠.٠٢٥     | ٠.١٥٩     | ٨٥ ٠٠    |
| ٢.٦١      | ١.٢٨٠     | ٨٩ ٠٠    | ٠.٠٢٦     | ٠.١٧١     | ٨٥ ١٠    |
| ٢.٩٨      | ١.٥٥١     | ١٠       | ٠.٠٢٨     | ٠.١٨٤     | ٨٥ ٣٠    |
| ٣.٤١      | ١.٧٤٩     | ٢٠       | ٠.٠٣١     | ٠.١٩٨     | ٨٥ ٣٠    |
| ٣.٩٣      | ١.٩٧٧     | ٣٠       | ٠.٠٣٣     | ٠.٢١٣     | ٨٥ ٤٠    |
| ٤.٥٤      | ٢.٢٤١     | ٤٠       | ٠.٠٣٦     | ٠.٢٢٩     | ٨٥ ٥٠    |
| ٥.٢٦      | ٢.٥٤٩     | ٥٠       | ٠.٠٣٩     | ٠.٢٤٨     | ٨٦ ٠٠    |
| + ٦.١٢    | - ٢.٩٠٩   | ٩٠ ٠٠    | ٠.٠٤٣     | ٠.٢٦٩     | ٨٦ ١٠    |
| .         | .         | .        | + ٠.٠٤٧   | - ٠.٢٩٢   | ٨٦ ٢٠    |

الاعداد في العمود T ينبغي ضربها في (١ - ٥٠) وعمود B تُضرب اعدادُهُ في (٣٠ - عتق)  
وَيُصْلَحُ بِالْحَاصِلِ الانكسار المستعمل من الجدولين السابقين الاول والثاني



## الجدول الثامن

جدول أيام في كسر عشري من سنة

| ٩     | ٨     | ٧     | ٦     | ٥      | ٤     | ٣     | ٢     | ١     |       |     |
|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| ٢٠٢٤٦ | ٢٠٢١٩ | ٢٠١٩١ | ٢٠١٦٤ | ٢٠١٣٧  | ٢٠١٠٩ | ٢٠٠٨٢ | ٢٠٠٥٤ | ٢٠٠٢٧ | ٢٠٠٠٠ | ١٠  |
| ٢٠٥٢٠ | ٢٠٤٩٣ | ٢٠٤٦٥ | ٢٠٤٣٨ | ٢٠٤١١  | ٢٠٣٨٣ | ٢٠٣٥٦ | ٢٠٣٢٨ | ٢٠٣٠١ | ٢٠٢٧٤ | ٢٠  |
| ٢٠٧٩٤ | ٢٠٧٦٧ | ٢٠٧٣٩ | ٢٠٧١٢ | ٢٠٦٨٥  | ٢٠٦٥٧ | ٢٠٦٣٩ | ٢٠٦٠٢ | ٢٠٥٧٥ | ٢٠٥٤٨ | ٣٠  |
| ٢١٠٦١ | ٢١٠٤١ | ٢١٠١٣ | ٢٠٩٨٦ | ٢٠٩٥٩  | ٢٠٩٣١ | ٢٠٩٠٤ | ٢٠٨٧٦ | ٢٠٨٤٩ | ٢٠٨٢٢ | ٤٠  |
| ٢١٣٤٢ | ٢١٣١٥ | ٢١٢٨٧ | ٢١٢٦٠ | ٢١٢٣٣  | ٢١٢٠٥ | ٢١١٧٨ | ٢١١٥٠ | ٢١١٢٣ | ٢١٠٩٦ | ٥٠  |
| ٢١٦١٦ | ٢١٥٨٩ | ٢١٥٦١ | ٢١٥٣٤ | ٢١٥٠٦  | ٢١٤٧٩ | ٢١٤٥٢ | ٢١٤٢٤ | ٢١٣٩٧ | ٢١٣٧٠ | ٦٠  |
| ٢١٨٩٠ | ٢١٨٦٣ | ٢١٨٣٥ | ٢١٨٠٨ | ٢١٧٨١  | ٢١٧٥٣ | ٢١٧٢٦ | ٢١٦٩٨ | ٢١٦٧١ | ٢١٦٤٤ | ٧٠  |
| ٢٢١٦٤ | ٢٢١٣٧ | ٢٢١٠٩ | ٢٢٠٨٢ | ٢٢٠٥٤  | ٢٢٠٢٧ | ٢٢٠٠٠ | ٢١٩٧٣ | ٢١٩٤٥ | ٢١٩١٨ | ٨٠  |
| ٢٢٤٣٨ | ٢٢٤١١ | ٢٢٣٨٣ | ٢٢٣٥٦ | ٢٢٣٢٩  | ٢٢٣٠١ | ٢٢٢٧٤ | ٢٢٢٤٦ | ٢٢٢١٩ | ٢٢١٩٢ | ٩٠  |
| ٢٢٧١٢ | ٢٢٦٨٥ | ٢٢٦٥٧ | ٢٢٦٣٠ | ٢٢٦٠٣  | ٢٢٥٧٥ | ٢٢٥٤٨ | ٢٢٥٢٠ | ٢٢٤٩٣ | ٢٢٤٦٦ | ١٠٠ |
| ٢٢٩٨٦ | ٢٢٩٥٩ | ٢٢٩٣١ | ٢٢٩٠٤ | ٢٢٨٧٦  | ٢٢٨٤٩ | ٢٢٨٢٢ | ٢٢٧٩٤ | ٢٢٧٦٧ | ٢٢٧٤٠ | ١١٠ |
| ٢٣٢٦٠ | ٢٣٢٣٣ | ٢٣٢٠٥ | ٢٣١٧٨ | ٢٣١٥٠  | ٢٣١٢٣ | ٢٣٠٩٦ | ٢٣٠٦٨ | ٢٣٠٤١ | ٢٣٠١٣ | ١٢٠ |
| ٢٣٥٣٤ | ٢٣٥٠٧ | ٢٣٤٧٩ | ٢٣٤٥٢ | ٢٣٤٢٤  | ٢٣٣٩٧ | ٢٣٣٧٠ | ٢٣٣٤٢ | ٢٣٣١٥ | ٢٣٢٨٧ | ١٣٠ |
| ٢٣٨٠٨ | ٢٣٧٨١ | ٢٣٧٥٣ | ٢٣٧٢٦ | ٢٣٦٩٨  | ٢٣٦٧١ | ٢٣٦٤٤ | ٢٣٦١٦ | ٢٣٥٨٩ | ٢٣٥٦١ | ١٤٠ |
| ٢٤٠٨٢ | ٢٤٠٥٤ | ٢٤٠٢٧ | ٢٤٠٠٠ | ٢٣٩٧٣  | ٢٣٩٤٥ | ٢٣٩١٨ | ٢٣٨٩٠ | ٢٣٨٦٣ | ٢٣٨٣٥ | ١٥٠ |
| ٢٤٣٥٦ | ٢٤٣٢٩ | ٢٤٣٠١ | ٢٤٢٧٤ | ٢٤٢٤٦  | ٢٤٢١٩ | ٢٤١٩٢ | ٢٤١٦٤ | ٢٤١٣٧ | ٢٤١٠٩ | ١٦٠ |
| ٢٤٦٣٠ | ٢٤٦٠٣ | ٢٤٥٧٥ | ٢٤٥٤٨ | ٢٤٥٢٠  | ٢٤٤٩٣ | ٢٤٤٦٦ | ٢٤٤٣٨ | ٢٤٤١١ | ٢٤٣٨٣ | ١٧٠ |
| ٢٤٩٠٤ | ٢٤٨٧٧ | ٢٤٨٤٩ | ٢٤٨٢٢ | ٢٤٧٩٤  | ٢٤٧٦٧ | ٢٤٧٤٠ | ٢٤٧١٢ | ٢٤٦٨٥ | ٢٤٦٥٧ | ١٨٠ |
| ٢٥١٧٨ | ٢٥١٥٠ | ٢٥١٢٣ | ٢٥٠٩٦ | ٢٥٠٦٩  | ٢٥٠٤١ | ٢٥٠١٣ | ٢٤٩٨٦ | ٢٤٩٥٩ | ٢٤٩٣١ | ١٩٠ |
| ٢٥٤٥٢ | ٢٥٤٢٤ | ٢٥٣٩٧ | ٢٥٣٧٠ | ٢٥٣٤٢  | ٢٥٣١٥ | ٢٥٢٨٧ | ٢٥٢٦٠ | ٢٥٢٣٣ | ٢٥٢٠٥ | ٢٠٠ |
| ٢٥٧٢٦ | ٢٥٦٩٨ | ٢٥٦٧١ | ٢٥٦٤٤ | ٢٥٦١٦  | ٢٥٥٨٩ | ٢٥٥٦١ | ٢٥٥٣٤ | ٢٥٥٠٧ | ٢٥٤٧٩ | ٢١٠ |
| ٢٦٠٠٠ | ٢٥٩٧٣ | ٢٥٩٤٥ | ٢٥٩١٨ | ٢٥٨٩٠  | ٢٥٨٦٣ | ٢٥٨٣٥ | ٢٥٨٠٨ | ٢٥٧٨١ | ٢٥٧٥٣ | ٢٢٠ |
| ٢٦٢٧٤ | ٢٦٢٤٦ | ٢٦٢١٩ | ٢٦١٩٢ | ٢٦١٦٤  | ٢٦١٣٧ | ٢٦١٠٩ | ٢٦٠٨٢ | ٢٦٠٥٥ | ٢٦٠٢٧ | ٢٣٠ |
| ٢٦٥٤٨ | ٢٦٥٢٠ | ٢٦٤٩٣ | ٢٦٤٦٦ | ٢٦٤٣٨  | ٢٦٤١١ | ٢٦٣٨٣ | ٢٦٣٥٦ | ٢٦٣٢٩ | ٢٦٣٠١ | ٢٤٠ |
| ٢٦٨٢٢ | ٢٦٧٩٤ | ٢٦٧٦٧ | ٢٦٧٤٠ | ٢٦٧١٢  | ٢٦٦٨٥ | ٢٦٦٥٧ | ٢٦٦٣٠ | ٢٦٦٠٣ | ٢٦٥٧٥ | ٢٥٠ |
| ٢٧٠٩٦ | ٢٧٠٦٨ | ٢٧٠٤١ | ٢٧٠١٣ | ٢٦٩٨٦  | ٢٦٩٥٩ | ٢٦٩٣١ | ٢٦٩٠٤ | ٢٦٨٧٦ | ٢٦٨٤٩ | ٢٦٠ |
| ٢٧٣٧٠ | ٢٧٣٤٢ | ٢٧٣١٥ | ٢٧٢٨٧ | ٢٧٢٦٠  | ٢٧٢٣٣ | ٢٧٢٠٥ | ٢٧١٧٨ | ٢٧١٥١ | ٢٧١٢٣ | ٢٧٠ |
| ٢٧٦٤٤ | ٢٧٦١٦ | ٢٧٥٨٩ | ٢٧٥٦١ | ٢٧٥٣٤  | ٢٧٥٠٧ | ٢٧٤٧٩ | ٢٧٤٥٢ | ٢٧٤٢٤ | ٢٧٣٩٧ | ٢٨٠ |
| ٢٧٩١٨ | ٢٧٨٩٠ | ٢٧٨٦٣ | ٢٧٨٣٥ | ٢٧٨٠٨  | ٢٧٧٨١ | ٢٧٧٥٣ | ٢٧٧٢٦ | ٢٧٦٩٨ | ٢٧٦٧١ | ٢٩٠ |
| ٢٨١٩٢ | ٢٨١٦٤ | ٢٨١٣٧ | ٢٨١٠٩ | ٢٨٠٨٢  | ٢٨٠٥٥ | ٢٨٠٢٧ | ٢٨٠٠٠ | ٢٧٩٧٣ | ٢٧٩٤٥ | ٣٠٠ |
| ٢٨٤٦٦ | ٢٨٤٣٨ | ٢٨٤١١ | ٢٨٣٨٣ | ٢٨٣٥٦  | ٢٨٣٢٨ | ٢٨٣٠١ | ٢٨٢٧٤ | ٢٨٢٤٦ | ٢٨٢١٩ | ٣١٠ |
| ٢٨٧٤٠ | ٢٨٧١٢ | ٢٨٦٨٥ | ٢٨٦٥٧ | ٢٨٦٣٠  | ٢٨٦٠٣ | ٢٨٥٧٥ | ٢٨٥٤٨ | ٢٨٥٢٠ | ٢٨٤٩٣ | ٣٢٠ |
| ٢٩٠١٣ | ٢٨٩٨٦ | ٢٨٩٥٩ | ٢٨٩٣١ | ٢٨٩٠٤  | ٢٨٨٧٦ | ٢٨٨٤٩ | ٢٨٨٢٢ | ٢٨٧٩٤ | ٢٨٧٦٧ | ٣٣٠ |
| ٢٩٢٨٧ | ٢٩٢٦٠ | ٢٩٢٣٣ | ٢٩٢٠٥ | ٢٩١٧٨  | ٢٩١٥٠ | ٢٩١٢٣ | ٢٩٠٩٦ | ٢٩٠٦٨ | ٢٩٠٤١ | ٣٤٠ |
| ٢٩٥٦١ | ٢٩٥٣٤ | ٢٩٥٠٧ | ٢٩٤٧٩ | ٢٩٤٥٢  | ٢٩٤٢٤ | ٢٩٣٩٧ | ٢٩٣٧٠ | ٢٩٣٤٢ | ٢٩٣١٥ | ٣٥٠ |
| ٢٩٨٣٥ | ٢٩٨٠٨ | ٢٩٧٨١ | ٢٩٧٥٣ | ٢٩٧٢٦  | ٢٩٦٩٨ | ٢٩٦٧١ | ٢٩٦٤٤ | ٢٩٦١٦ | ٢٩٥٨٩ | ٣٦٠ |
|       |       |       |       | ١٢٠٠٠٠ | ٢٩٩٧٣ | ٢٩٩٤٥ | ٢٩٩١٨ | ٢٩٨٩٠ | ٢٩٨٦٣ | ٣٧٠ |





## الجدول الثاني عشر

يوم السنة الموافق اي يوم من اي شهر كان

| ٢٠  | ٢٥  | ٢٠  | ١٥  | ١٠  | ٥   |              |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
| ٢٠  | ٢٥  | ٢٠  | ١٥  | ١٠  | ٥   | كانون الثاني |
|     | ٥٦  | ٥١  | ٤٦  | ٤١  | ٣٥  | شباط         |
| ٨٩  | ٨٤  | ٧٩  | ٧٤  | ٦٩  | ٦٤  | اذار         |
| ١٢٠ | ١١٥ | ١١٠ | ١٠٥ | ١٠٠ | ٩٥  | نيسان        |
| ١٥٠ | ١٤٥ | ١٤٠ | ١٣٥ | ١٣٠ | ١٢٥ | ايار         |
| ١٨١ | ١٧٦ | ١٧١ | ١٦٦ | ١٦١ | ١٥٦ | حزيران       |
| ٢١١ | ٢٠٦ | ٢٠١ | ١٩٦ | ١٩١ | ١٨٦ | تموز         |
| ٢٤٢ | ٢٣٧ | ٢٣٢ | ٢٢٧ | ٢٢٢ | ٢١٧ | آب           |
| ٢٧٣ | ٢٦٨ | ٢٦٣ | ٢٥٨ | ٢٥٣ | ٢٤٨ | ايلول        |
| ٣٠٣ | ٢٩٨ | ٢٩٣ | ٢٨٨ | ٢٨٣ | ٢٧٨ | تشرين الاول  |
| ٣٣٤ | ٣٢٩ | ٣٢٤ | ٣١٩ | ٣١٤ | ٣٠٩ | تشرين الثاني |
| ٣٦٤ | ٣٥٩ | ٣٥٤ | ٣٤٩ | ٣٤٤ | ٣٣٩ | كانون الاول  |

تنبيه. اذا كانت السنة كبيسة يزداد يوم من اول اذار فصاعداً

انتهى

والحمد لله دائماً

وكان الفراغ من طبعه لثلاث بقين من شهر آب سنة ١٢٧٤







52/51A